

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 8月14日  
Date of Application:

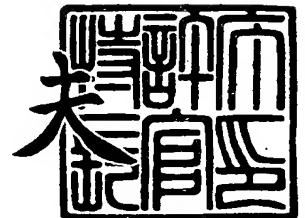
出願番号 特願2003-293381  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-293381]

出願人 アルプス電気株式会社  
Applicant(s):

2003年 9月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3073040

【書類名】 特許願  
【整理番号】 03A151AL  
【提出日】 平成15年 8月14日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G11B 5/31  
【発明者】  
・【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚 1 番 7 号 アルプス電気株式会社社内  
【氏名】 佐藤 清  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚 1 番 7 号 アルプス電気株式会社社内  
【氏名】 森田 澄人  
【特許出願人】  
【識別番号】 000010098  
【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100085453  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100121049  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 三輪 正義  
【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2002-339365  
【出願日】 平成14年11月22日  
【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2003- 66275  
【出願日】 平成15年 3月12日  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 041070  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0202405

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

記録媒体との対向面側からハイト方向に延びて形成された下部コア層上に、前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて形成されたバックギャップ層とが形成され、前記隆起層とバックギャップ層間をつなぐ磁性層と、前記磁性層の周囲をトロイダル状に巻回するコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、前記磁性層と交叉する方向に伸長している複数本の第 1 コイル片が、ハイト方向に所定間隔を空けて形成され、各第 1 コイル片のトラック幅方向における端部から接続層が突出形成されて、前記第 1 コイル片はコイル絶縁層によって覆われており、

前記コイル絶縁層の上面、前記隆起層の上面、前記バックギャップ層の上面及び前記接続層の上面が共に同じ平坦化面で形成され、

前記磁性層が前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の前記平坦化面上に形成され、

前記磁性層上に絶縁層を介して、前記磁性層上を横断する複数本の第 2 コイル片が形成されており、

各第 2 コイル片のトラック幅方向における端部が、前記平坦化面から露出した接続層の上面に電氣的に接続されて、隣りあう前記第 1 コイル片の端部どうしが、前記第 2 コイル片を介して接続されることにより前記トロイダル状に巻回するコイル層が形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

**【請求項 2】**

記録媒体との対向面側からハイト方向に延びて形成された下部コア層上に、前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて形成されたバックギャップ層とが形成され、前記隆起層とバックギャップ層間をつなぐ磁性層と、前記磁性層の周囲をトロイダル状に巻回するコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、前記磁性層と交叉する方向に伸長している複数本の第 1 コイル片が形成され、前記第 1 コイル片はコイル絶縁層によって覆われており、

前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層上に前記磁性層が形成され、前記磁性層上は、上面が平坦化面である絶縁層で覆われ、

この絶縁層の平坦化面上に、前記磁性層上を横断する複数本の第 2 コイル片が形成されており、

前記平坦化面と同一面上に、各第 1 コイル片のトラック幅方向における端部と電氣的に接続する接続層の上面が露出して、各第 2 コイル片のトラック幅方向における端部が、前記接続層の上面に電氣的に接続されて、隣りあう前記第 1 コイル片の端部どうしが、前記第 2 コイル片を介して接続されることにより前記トロイダル状に巻回するコイル層が形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

**【請求項 3】**

記録媒体との対向面側からハイト方向に延びて形成された下部コア層上に、前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて形成されたバックギャップ層とが形成され、前記隆起層とバックギャップ層間をつなぐ磁性層と、前記磁性層の周囲をトロイダル状に巻回するコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、前記磁性層と交叉する方向に伸長している複数本の第 1 コイル片が形成され、各第 1 コイル片のトラック幅方向における端部から下側接続層が突出形成されて、前記第 1 コイル片はコイル絶縁層によって覆われており、

前記コイル絶縁層の上面、前記隆起層の上面、前記バックギャップ層の上面及び前記下

側接続層の上面が共に同じ平坦化面で形成され、

前記磁性層が前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の前記平坦化面上に形成され、また、前記下側接続層と電氣的に接続する上側接続層が形成され、前記磁性層は、上面が平坦化面である絶縁層で覆われ、前記上側接続層の上面が前記平坦化面と同一面上で露出し、

前記絶縁層の平坦化面上に、前記磁性層上を横断する複数本の第2コイル片が形成されており、各第2コイル片のトラック幅方向における端部が、前記平坦化面から露出した上側接続層に電氣的に接続されて、隣りあう前記第1コイル片の端部どうしが、前記第2コイル片を介して接続されることにより前記トロイダル状に巻回するコイル層が形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】

前記隆起層の上に、下から下部磁極層、ギャップ層及び前記磁性層である上部磁極層の順に構成された積層構造が設けられ、前記積層構造の前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅  $T_w$  が決定される請求項1ないし3のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】

前記隆起層は、少なくとも下から下部磁極層、非磁性金属材料で形成されたギャップ層及び上部磁極層の順にメッキ形成され、対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅  $T_w$  が規定される磁極端層であり、前記磁極端層の上に前記磁性層が積層されている請求項1ないし3のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】

前記磁性層は、前記上部磁極層よりも飽和磁束密度が低い請求項5記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】

少なくとも一組の隣り合う前記第1コイル片において、前記第1コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離が、これらの前記第1コイル片間の前記磁性層に重なる領域における最小距離より大きい請求項1ないし6のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】

前記複数本の第1コイル片は、前記磁性層と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位を有する請求項7に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】

少なくとも一組の隣り合う前記第2コイル片において、前記第2コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離が、これらの前記第2コイル片間の前記磁性層に重なる領域における最小距離より大きい請求項1ないし8のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項10】

前記複数本の第2コイル片は、前記磁性層と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位を有する請求項9に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項11】

前記第2コイル片の電流が流れる方向と直交する第1の方向の長さ寸法は、前記第1コイル片の前記第1の方向の長さ寸法よりも大きい請求項1ないし10のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項12】

前記第2コイル片の膜厚は、前記第1コイル片の膜厚よりも大きい請求項1ないし11のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項13】

以下の工程を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

(a) 記録媒体との対向面側からハイト方向に下部コア層を延ばして形成する工程と、

(b) 前記下部コア層上にコイル絶縁下地層を形成した後、所定領域の前記コイル絶縁下地層上に、前記ハイト方向と交叉する方向に伸長している複数本の第1コイル片を、ハイト方向に所定間隔を空けて形成する工程と、

(c) 前記下部コア層上であって前記対向面からハイト方向に前記第1コイル片と接触しない位置で隆起層を形成し、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に離して、且つ前記第1コイル片と接触しない位置での前記下部コア層上にバックギャップ層を形成するとともに、各第1コイル片のトラック幅方向の端部から接続層を突出形成する工程と、

(d) 前記第1コイル片上をコイル絶縁層で埋めた後、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、バックギャップ層の上面及び接続層の上面が同じ平坦化面となるまで、前記コイル絶縁層、隆起層、コイル絶縁層及び接続層を削る工程と、

(e) 前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の平坦化面上に、前記隆起層とバックギャップ層間を繋ぐ、磁性層を形成する工程と、

(f) 前記磁性層上に絶縁層を形成し、この絶縁層の上に、前記磁性層上を横断する複数本の第2コイル片を形成するとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部を、前記平坦化面から露出した接続層の上面に接続して、隣りあう前記第1コイル片の端部どうしを、前記第2コイル片を介して接続してトロイダル状に巻回するコイル層を形成する工程。

【請求項14】

前記(c)工程で、前記隆起層、バックギャップ層及び接続層を同じ材質で且つ同時に形成する請求項13記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項15】

前記(f)工程に代えて以下の工程を有する請求項13または14に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

(g) 前記接続層上に、前記磁性層の上面よりも高い位置にまで延びる上側接続層を形成する工程と、

(h) 前記磁性層上を絶縁層で覆い、前記上側接続層の上面と前記絶縁層の上面が同じ平坦化面になるまで、前記絶縁層及び上側接続層を削る工程と、

(i) 前記絶縁層の平坦化面上に、前記磁性層上を横断する複数本の第2コイル片を形成するとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部を、前記平坦化面から露出した上側接続層の上面に接続して、隣りあう前記第1コイル片の端部どうしを、前記第2コイル片を介して接続してトロイダル状に巻回するコイル層を形成する工程。

【書類名】明細書

【発明の名称】薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば浮上式磁気ヘッドなどに使用される記録用の薄膜磁気ヘッドに係り、特に、磁性層を挟んで上下に形成される第1コイル片と第2コイル片との電氣的な接続を確実に容易に行うことができるとともに、前記磁性層を平坦化面上に形成することが可能な薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

以下に示す公知文献には、いずれもインダクティブヘッド（記録用ヘッド）を構成するコアの周りをトロイダル状に巻回されたコイル層の構成が開示されている。

【0003】

前記コア層の周囲の三次元的な空間を有効活用するには、前記コイル層をトロイダル状にすることが好ましく、これによってインダクティブヘッドの小型化を実現できるとともに、磁化効率も良好になると期待された。

【特許文献1】特開平11-273028号公報

【特許文献2】特開2000-311311号

【特許文献3】特開2002-170205号

【特許文献4】US6,335,846 B1

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら上記した特許文献に記載されたトロイダル状のコイル構造には以下のような問題点がある。

【0005】

これら文献ではいずれもコア層（例えば上部コア層）の下側に形成された下側コイル層と、前記コア層の上側に形成された上側コイル層とを接続部を介して電氣的に接続することが記載されているが、この接続層は例えば、前記下側コイル層上に形成された絶縁層を掘り込んで前記下側コイル層にまで通じる貫通孔を形成し、この貫通孔からメッキ層を成長させて形成するとしている。

【0006】

ところが、前記下側コイル層は狭い領域内に複数本密集して形成されており、また各文献を見ると前記接続層の平面での大きさは下部コイル層の幅よりも小さくしていることから、各下側コイル層にまで通じる貫通孔を形成するには、かなり高精度なエッチング技術が無いと現実的に難しい。また前記エッチングによって下側コイル層を損傷させる可能性も高い。

【0007】

また前記貫通孔内から接続層をメッキ成長させるといっても、前記貫通孔がきちんと前記下側コイル層の上面まで届くように掘り込まれていないと適切なメッキ成長がなされず、また前記接続層が例えば前記貫通孔の途中までしかメッキ形成されなかったりすると上側コイル層との電氣的な接続が不安定化しやすい。

【0008】

さらに前記下側コイル層上に形成される絶縁層の上面は、前記下側コイル層と下部コア層間の段差などによってうねり、このよううねりのある前記絶縁層の上面に上部コア層を形成しなければならず従って前記上部コア層を所定形状にパターン形成できないとともに、そもそもうねりのある絶縁層に上記した貫通孔を所定の形状で形成することは難しく、さらに前記上部コア層の上に別の絶縁層を介して形成される上側コイル層もうねりのある表面に形成されるため、前記上側コイル層と下側コイル層との接続層を介した電氣的な接続が不安定化しやすい。

**【0009】**

そこで本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、特に、磁性層を挟んで上下に形成される第1コイル片と第2コイル片との電気的な接続を確実に且つ容易に行うことができるとともに、前記磁性層を平坦化面上に形成することが可能な薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することを目的としている。

**【課題を解決するための手段】****【0010】**

本発明の薄膜磁気ヘッドは、記録媒体との対向面側からハイト方向に延びて形成された下部コア層上に、前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて形成されたバックギャップ層とが形成され、前記隆起層とバックギャップ層間をつなぐ磁性層と、前記磁性層の周囲をトロイダル状に巻回するコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、前記磁性層と交叉する方向に伸長している複数本の第1コイル片が、ハイト方向に所定間隔を空けて形成され、各第1コイル片のトラック幅方向における端部から接続層が突出形成されて、前記第1コイル片はコイル絶縁層によって覆われており、

前記コイル絶縁層の上面、前記隆起層の上面、前記バックギャップ層の上面及び前記接続層の上面が共に同じ平坦化面で形成され、

前記磁性層が前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の平坦化面上に形成され、

前記磁性層上に絶縁層を介して、前記磁性層上を横断する複数本の第2コイル片が形成されており、

各第2コイル片のトラック幅方向における端部が、前記平坦化面から露出した接続層の上面に電気的に接続されて、隣りあう前記第1コイル片の端部どうしが、前記第2コイル片を介して接続されることにより前記トロイダル状に巻回するコイル層が形成されていることを特徴とするものである。

**【0011】**

上記した発明では、下部コア層、隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に前記第1コイル片を形成し、前記第1コイル片上を覆うコイル絶縁層の上面を平坦化面で形成しているとともに、この平坦化面と同一面上に前記第1コイル片の端部から突出形成された接続層の上面を露出させている。

**【0012】**

従って前記コイル絶縁層の上に形成される磁性層を平坦化面上に形成できるため、前記磁性層を所定形状に形成でき、この結果、トラック幅 $T_w$ を所定の寸法で形成することが可能であり、さらに前記磁性層上に形成される第2コイル片と前記コイル絶縁層の上面から露出する接続層の上面とを確実に且つ容易に接続させることができる。またコイル絶縁層及び接続層の上面を平坦化形成することで、薄膜磁気ヘッド全体の薄型化も図ることができる。

**【0013】**

また本発明における薄膜磁気ヘッドは、前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、前記磁性層と交叉する方向に伸長している複数本の第1コイル片が形成され、前記第1コイル片はコイル絶縁層によって覆われており、

前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層上に前記磁性層が形成され、前記磁性層上は、上面が平坦化面である絶縁層で覆われ、

この絶縁層の平坦化面上に、前記磁性層上を横断する複数本の第2コイル片が形成されており、

前記平坦化面と同一面上に、各第1コイル片のトラック幅方向における端部と電気的に接続する接続層の上面が露出して、各第2コイル片のトラック幅方向における端部が、前記接続層の上面に電気的に接続されて、隣りあう前記第1コイル片の端部どうしが、前記第2コイル片を介して接続されることにより前記トロイダル状に巻回するコイル層が形成さ

れていることを特徴とするものである。

【0014】

この発明では前記磁性層上を覆う絶縁層が平坦化面で形成され、この平坦化面と同一面上に、各第1コイル片のトラック幅方向における端部と電氣的に接続する接続層の上面が露出している。

【0015】

このため前記絶縁層上に形成される第2コイル片を所定形状で形成できるとともに、前記第2コイル片と第1コイル片との接続層を介した電氣的な接続を確実に容易なものにすることが可能である。またこの発明では前記第2コイル片と前記磁性層間の絶縁を良好に保つことができるという利点もある。

【0016】

さらに本発明における薄膜磁気ヘッドは、前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、前記磁性層と交叉する方向に伸長している複数本の第1コイル片が形成され、各第1コイル片のトラック幅方向における端部から下側接続層が突出形成されて、前記第1コイル片はコイル絶縁層によって覆われており、

前記コイル絶縁層の上面、前記隆起層の上面、前記バックギャップ層の上面及び前記下側接続層の上面が共に同じ平坦化面で形成され、

前記磁性層が前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の前記平坦化面上に形成され、また、前記下側接続層と電氣的に接続する上側接続層が形成され、前記磁性層は、上面が平坦化面である絶縁層で覆われ、前記上側接続層の上面が前記平坦化面と同一面上で露出し、

前記絶縁層の平坦化面上に、前記磁性層上を横断する複数本の第2コイル片が形成されており、各第2コイル片のトラック幅方向における端部が、前記平坦化面から露出した上側接続層に電氣的に接続されて、隣りあう前記第1コイル片の端部どうしが、前記第2コイル片を介して接続されることにより前記トロイダル状に巻回するコイル層が形成されていることを特徴とするものである。

【0017】

この発明では、前記第1コイル片上を覆うコイル絶縁層の上面を平坦化面とし、且つこの平坦化面と同一面上に前記第1コイル片の端部と電氣的に接続する下側絶縁層の上面を露出させるとともに、前記磁性層の上面を覆う絶縁層の上面を平坦化面とし、且つこの平坦化面と同一面上に前記下側接続層上に電氣的に接続された上側接続層の上面を露出させている。

【0018】

従って前記コイル絶縁層の上に形成される磁性層を平坦化面上に形成でき、前記磁性層を所定形状に形成できるため、トラック幅 $T_w$ を所定の大きさに形成することが可能であり、また前記絶縁層上に形成される第2コイル片を平坦化面上に形成できるため、前記第2コイル片を所定形状で形成できるとともに、前記第2コイル片と第1コイル片との接続層を介した電氣的な接続を確実に容易なものにすることが可能である。

【0019】

また、本発明において、前記隆起層の上に、下から下部磁極層、ギャップ層及び前記磁性層である上部磁極層の順に構成された積層構造が設けられ、前記積層構造の前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅 $T_w$ が決定されるものにできる。

【0020】

本発明では、下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層を有する積層構造が、記録媒体との対向面側で前記隆起層を介して、ハイト方向側でバックギャップ層を介して、下部コア層と接続される構造になっており、前記磁性層を前記第1コイル片の上に平面状に形成することができ、トラック幅 $T_w$ を所定寸法で形成しやすくできると共に、短磁路化を図ることができる。

【0021】

また、本発明では、前記隆起層が、少なくとも下から下部磁極層、非磁性金属材料で形



成されたギャップ層及び上部磁極層の順にメッキ形成され、対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅  $T_w$  が規定される磁極端層であり、前記磁極端層の上に前記磁性層が積層されているものでもよい。

#### 【0022】

本発明では、前記磁極端層は前記下部コア層の記録媒体との対向面側の端部に形成され、前記磁性層が前記下部コア層のハイト側と前記磁極端層とを接続する上部コア層となる。前記第1コイル片と第2コイル片は、上部コア層である前記磁性層を軸にして巻回形成される。

#### 【0023】

前記磁性層が上部コア層である本発明では、前記磁性層は、記録トラック幅の外側で磁気記録することを防ぐために、前記上部磁極層よりも飽和磁束密度が低いことが好ましい。

#### 【0024】

本発明では、少なくとも一組の隣り合う前記第1コイル片において、前記第1コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離が、これらの前記第1コイル片間の前記磁性層に重なる領域における最小距離より大きいことが好ましい。

#### 【0025】

インダクティブ型の薄膜磁気ヘッドでは、磁束が流れる磁気回路の体積を小さくしてインダクタンスを減少させることが好ましい。このため、前記磁極層のハイト方向長さも小さくすることが必要になり、前記第1コイル片間の前記磁性層に重なる領域における距離も小さくなる。このとき、前記第1コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離を本発明のように大きくすることによって、前記第1コイル片の端部と前記第2コイル片の端部の接続を容易かつ確実にできる。

#### 【0026】

なお、前記複数本の第1コイル片は、前記磁性層と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位を有すると、前記コイル層から前記磁性層に誘導される磁界が安定するので好ましい。

#### 【0027】

また、同様の理由により、少なくとも一組の隣り合う前記第2コイル片において、前記第2コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離が、これらの前記第2コイル片間の前記磁性層に重なる領域における最小距離より大きいことが好ましい。

#### 【0028】

この場合にも、前記複数本の第2コイル片は、前記磁性層と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位を有することが好ましい。

#### 【0029】

なお、本発明では、前記コイル層の発熱を低減するために、前記第2コイル片の電流が流れる方向と直交する第1の方向の長さ寸法が、前記第1コイル片の前記第1の方向の長さ寸法よりも大きく、前記第2コイル片の膜厚が、前記第1コイル片の膜厚よりも大きいことが好ましい。

#### 【0030】

また本発明における薄膜磁気ヘッドの製造方法は、以下の工程を有することを特徴とするものである。

- (a) 記録媒体との対向面側からハイト方向に下部コア層を延ばして形成する工程と、
- (b) 前記下部コア層上にコイル絶縁下地層を形成した後、所定領域の前記コイル絶縁下地層上に、前記磁性層と交叉する方向に伸長している複数本の第1コイル片を、ハイト方向に所定間隔を空けて形成する工程と、
- (c) 前記下部コア層上であって前記対向面からハイト方向に前記第1コイル片と接触しない位置で隆起層を形成し、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に離して、且つ前記第1コイル片と接触しない位置での前記下部コア層上にバックギャップ層を形成するとともに、各第1コイル片のトラック幅方向の端部から接続層を突出形成する工程と、

(d) 前記第1コイル片上をコイル絶縁層で埋めた後、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、バックギャップ層の上面及び接続層の上面が同じ平坦化面となるまで、前記コイル絶縁層、隆起層、コイル絶縁層及び接続層を削る工程と、

(e) 前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の前記平坦化面上に、前記隆起層とバックギャップ層間を繋ぐ磁性層を形成する工程と、

(f) 前記磁性層上に絶縁層を形成し、この絶縁層の上に、前記磁性層上を横断する複数本の第2コイル片を形成するとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部を、前記平坦化面から露出した接続層の上面に接続して、隣りあう前記第1コイル片の端部どうしを、前記第2コイル片を介して接続してトロイダル状に巻回するコイル層を形成する工程。

#### 【0031】

本発明における薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、前記(b)工程で下部コア層上にコイル絶縁下地層を介して前記第1コイル片を形成し、前記(c)工程で隆起部、バックギャップ層及び接続層の形成を行っている。このため前記(d)工程で前記第1コイル片上をコイル絶縁層で埋めた後、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、バックギャップ層の上面及び接続層の上面が同じ平坦化面となるように研削工程を施すことが可能である。

#### 【0032】

この結果、前記(e)工程では平坦化された前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層上に、隆起層とバックギャップ層間を繋ぐ磁性層を形成でき、前記磁性層を所定の形状にて形成することが可能になるとともに、前記コイル絶縁層の上面と同じ平坦化面上に前記接続層の上面も露出しているため、前記(f)工程で前記第2コイル片のトラック幅方向における端部と前記接続層の上面とを確実に容易に電氣的に接続させることが可能である。

#### 【0033】

本発明では、前記(c)工程で、前記隆起層、バックギャップ層及び接続層を同じ材質で且つ同時に形成することが、製造工程の迅速化、及び前記接続層の形成を容易化できて好ましい。

#### 【0034】

また本発明では、前記(f)工程に代えて以下の工程を有するものであってもよい。

(g) 前記接続層上に、前記磁性層の上面よりも高い位置にまで延びる上側接続層を形成する工程と、

(h) 前記磁性層上を絶縁層で覆い、前記上側接続層の上面と前記絶縁層の上面が同じ平坦化面になるまで、前記絶縁層及び上側接続層を削る工程と、

(i) 前記絶縁層の平坦化面上に、前記磁性層上を横断する複数本の第2コイル片を形成するとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部を、前記平坦化面から露出した上側接続層の上面に接続して、隣りあう前記第1コイル片の端部どうしを、前記第2コイル片を介して接続してトロイダル状に巻回するコイル層を形成する工程。

#### 【0035】

この発明では、前記上側接続層の上面が、前記磁性層上を覆う絶縁層の上面と同じ平坦化面になるまで研削工程を施しており、この結果、前記第2コイル片を平坦化面上に形成できるとともに、前記第2コイル片と第1コイル片との端部間を上部接続層及び接続層を介して確実に容易に電氣的に接続させることが可能になっている。

#### 【発明の効果】

#### 【0036】

以上、詳細に説明した本発明によれば、下部コア層、隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に第1コイル片を形成し、前記第1コイル片上を覆うコイル絶縁層の上面を平坦化面で形成しているとともに、この平坦化面と同一面上に前記第1コイル片の端部から突出形成された接続層の上面を露出させている。

#### 【0037】

従って前記コイル絶縁層の上に形成される磁極層を平坦化面上に形成できるため、前記磁極層を所定形状に形成でき、この結果、トラック幅 $T_w$ を所定の寸法で形成することが可能であり、さらに前記磁極層上に形成される第2コイル片と前記コイル絶縁層の上面から露出する接続層の上面とを確実に且つ容易に接続させることができる。また前記磁極層上に形成される絶縁層を平坦化面とし、この平坦化面から前記接続層（下側接続層）と電気的に接続する上側接続層の上面を露出させることもでき、かかる場合、前記第2コイル片を平坦化面上に形成でき、前記第2コイル片を所定形状に形成できるとともに、前記第2コイル片と前記上側接続層の上面とをより確実に且つ容易に接続させることが可能となる。

#### 【0038】

また、前記第1コイル片間及び／または前記第2コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離を本発明のように大きくすることによって、前記第1コイル片の端部と前記第2コイル片の端部の接続を容易かつ確実にできる。

#### 【0039】

なお、前記複数本の第1コイル片及び／または前記第2コイル片が、前記磁極層と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位を有することによって、前記コイル層から前記磁極層に誘導される磁界が安定する。

【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0040】

図1は、本発明における第1実施形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図、図2は図1に示す薄膜磁気ヘッドから隆起層32、保護層60、MRヘッド等を図面上除き、最も記録媒体との対向面側に形成された第1コイル片及び第2コイル片等を記録媒体との対向面側から見た部分正面図、図3は図1に示す薄膜磁気ヘッドのコイル構造の部分平面図、図4は図1に示す薄膜磁気ヘッドの一部の構造を示した部分拡大斜視図である。

#### 【0041】

なお以下では図示X方向をトラック幅方向と呼び、図示Y方向をハイト方向と呼ぶ。また図示Z方向は記録媒体（磁気ディスク）の進行方向である。また薄膜磁気ヘッドの前端面（図1に示す最左面）を「記録媒体との対向面」と呼ぶ。さらに各層において「前端面」とは図1における左側の面を指し「後端面」とは図1における右側の面を指す。

#### 【0042】

また図面を用いて説明する薄膜磁気ヘッドは、記録用ヘッド（インダクティブヘッドとも言う）と再生用ヘッド（MRヘッドとも言う）とが複合された薄膜磁気ヘッドであるが、記録用ヘッドのみで構成された薄膜磁気ヘッドであってもよい。

#### 【0043】

符号20はアルミナチタンカーバイド（ $Al_2O_3-TiC$ ）などで形成された基板であり、前記基板20上に $Al_2O_3$ 層21が形成されている。

#### 【0044】

前記 $Al_2O_3$ 層21上には、NiFe系合金やセンダストなどで形成された下部シールド層22が形成され、前記下部シールド層22の上に $Al_2O_3$ などで形成された下部ギャップ層23が形成されている。

#### 【0045】

前記下部ギャップ層23の上の記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の長さでスピンバルブ型薄膜素子などのGMR素子に代表される磁気抵抗効果素子24が形成され、前記磁気抵抗効果素子24のトラック幅方向（図示X方向）の両側にはハイト方向（図示Y方向）に長く伸びる電極層25が形成されている。

#### 【0046】

前記磁気抵抗効果素子24上及び電極層25上には $Al_2O_3$ などで形成された上部ギャップ層26が形成され、前記上部ギャップ層26上にはNiFe系合金などで形成された上部シールド層27が形成されている。

#### 【0047】

前記下部シールド層22から前記上部シールド層27までを再生用ヘッド（MRヘッド

とも言う)と呼ぶ。

#### 【0048】

図1に示すように前記上部シールド層27上には、 $Al_2O_3$ などで形成された分離層28が形成されている。なお前記上部シールド層27及び分離層28が設けられておらず、前記上部ギャップ層26上に次の下部コア層29が設けられていてもよい。かかる場合、前記下部コア層29が上部シールド層をも兼ね備える。

#### 【0049】

図1では、前記分離層28の上に下部コア層29が形成されている。前記下部コア層29はNiFe系合金などの磁性材料で形成される。前記下部コア層29は記録媒体との対向面からハイト方向(図示Y方向)に所定の長さ寸法で形成される。前記下部コア層29の後端面29aよりもハイト方向後方及び前記下部コア層29のトラック幅方向(図示X方向)における両側には非磁性絶縁材料層31が設けられている。図1に示すように前記下部コア層29及び非磁性絶縁材料層31の各層の表面は連続した平坦化面である。

#### 【0050】

前記下部コア層29上には記録媒体との対向面からハイト方向(図示Y方向)にかけて所定の長さ寸法L1(図4を参照)で形成された隆起層32が形成されている。さらに前記隆起層32のハイト方向後端面32aからハイト方向(図示Y方向)に所定距離離れた位置にバックギャップ層33が前記下部コア層29上に形成されている。

#### 【0051】

前記隆起層32及びバックギャップ層33は磁性材料で形成され、前記下部コア層29と同じ材質で形成されてもよいし、別の材質で形成されていてもよい。また前記隆起層32及びバックギャップ層33は単層であってもよいし多層の積層構造で形成されていてもよい。前記隆起層32及びバックギャップ層33は前記下部コア層29に磁氣的に接続されている。

#### 【0052】

図1に示すように、前記隆起層32とバックギャップ層33間の下部コア層29上にはコイル絶縁下地層34が形成され、前記コイル絶縁下地層34上には、図3に示すようにトラック幅方向(図示X方向)に平行に延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第1コイル片55がハイト方向に並んで形成されている。なお各第1コイル片55はトラック幅方向(図示X方向)からハイト方向に傾斜して延びていてもよい。

#### 【0053】

前記第1コイル片55上は $Al_2O_3$ などの無機絶縁材料で形成されたコイル絶縁層36で埋められている。図1に示すように前記隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面、及びバックギャップ層33の上面は図1に示す基準面Aに沿った連続した平坦化面となっている。

#### 【0054】

図2及び図3に示すように、前記第1コイル片55のトラック幅方向(図示X方向)における端部55a上には導電性を有する接続層61が突出形成されている。前記接続層61の平面形状(すなわちX-Y平面と平行な方向から切断した面の形状)には図3のような楕円形状や円形状、正方形、長方形、菱形等、種々の形状を選択できる。また前記接続層61は後述するように前記隆起層32やバックギャップ層33と同じ材質で形成されていることが製造工程上好ましいが、前記隆起層32やバックギャップ層33とは別の材質で形成されていてもよい。また前記接続層61は単層構造であってもよいし多層の積層構造であってもよい。また前記接続層61は前記第1コイル片55の端部55aと電氣的に接続された状態にあるが、「電氣的に接続」とは直接的な接続、間接的な接続を問わず、2層間に電気が通る状態になっていればよいことを意味する。以下同じである。

#### 【0055】

また前記接続層61は図3を見てわかるように、最も記録媒体との対向面側寄りに形成された第1コイル片55には図示上側の端部上にだけ前記接続層61が設けられているが、それ以外の第1コイル片55にはトラック幅方向(図示X方向)の両側端部上に前記接

続層 61 が設けられている。

【0056】

図2に示すように各第1コイル片55のトラック幅（図示X方向）における端部55a上に形成された接続層61の上面61aは上記した基準面Aと同一面上で形成される。すなわち図1に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面、バックギャップ層33の上面及び接続層61の上面61aが全て同じ平坦化面で形成されている。

【0057】

図1に示すように前記隆起層32及びコイル絶縁層36の平坦化面上には、前記記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の距離離れた位置からハイト方向に向けてGd決め層38が形成されている。

【0058】

図1に示す実施形態では前記Gd決め層38の前端面38aは、隆起層32上にあり、また前記Gd決め層38の後端面38bはコイル絶縁層36上にある。

【0059】

また図1に示すように、記録媒体との対向面から前記Gd決め層38の前端面38aまでの隆起層32上、前記Gd決め層38の後端面38bよりハイト方向のコイル絶縁層36上、及び前記バックギャップ層33上に、下から下部磁極層39及びギャップ層40が形成されている。前記下部磁極層39及びギャップ層40はメッキ形成されている。

【0060】

また図1に示すように前記ギャップ層40上及びGd決め層38上には、本発明における磁性層である上部磁極層41がメッキ形成され、さらに前記上部磁極層41上には上部コア層42がメッキ形成されている。前記上部磁極層41は、前記バックギャップ層33を介して、前記下部コア層29と直接的あるいは間接的に接続されている。前記下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41が本発明の積層構造である。

【0061】

この実施の形態では、前記下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の4層で積層体62が構成されている。

【0062】

図1及び図2に示すように前記上部コア層42の上には、例えば $Al_2O_3$ などの絶縁材料で形成された絶縁層58が形成されている。前記絶縁層58は無機絶縁材料で形成されていることが好ましい。この絶縁層58は前記積層体62のトラック幅方向（図示X方向）の両側に広がるコイル絶縁層36上にも形成されている。また図2に示すように、前記絶縁層58のトラック幅方向（図示X方向）における両側端部上から前記積層体62のトラック幅方向における両側にかけてレジストなどの有機絶縁材料で形成された絶縁層63が形成されている。無機絶縁材料で形成された絶縁層58はスパッタ法などで形成され、前記絶縁層58を有機絶縁材料で形成された絶縁層63に比べて薄い膜厚で形成することができるため、積層体62と次に説明する第2コイル片56とを距離的に近づけることができ磁化効率を向上させることができるとともに、前記積層体62のトラック幅方向における両側で、前記積層体62と第2コイル片56間の絶縁を良好に保つことが可能である。

【0063】

図1ないし図3に示すように前記絶縁層58、63の上に、トラック幅方向（図示X方向）からハイト方向（図示Y方向）に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片56がハイト方向に並んで形成されている。各第2コイル片56はトラック幅方向（図示X方向）に平行な方向に延びて形成されていてもよい。

【0064】

図3に示すように、前記第1コイル片55と第2コイル片56とは互いに非平行の関係にあり、図2及び図3に示すように、積層体62の膜厚方向（図示Z方向）で対向する第1コイル片55のトラック幅方向における左側端部55aと第2コイル片56のトラック

幅方向における左側端部 56a とが接続部 61 を介して電氣的に接続されている。なお図 2 の図示右側に示した点線の接続部 61 は、図面上見えている第 1 コイル片 55 の一つ後ろ側（図示 Y 方向）に位置する第 1 コイル片 55 の右側端部と、図面上見えている第 2 コイル片 56 の右側端部 56b とを電氣的に接続している。

#### 【0065】

このように図 1 に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記積層体 62 の膜厚方向の上下で対向する第 1 コイル片 55 のトラック幅方向における端部と第 2 コイル片 56 のトラック幅方向における端部とが接続部 61 を介して電氣的に接続されてトロイダル状のコイル構造 57 が形成されている。

#### 【0066】

なお図 1 に示す符号 60 の層は  $Al_2O_3$  など形成された保護層であり、また図 1 や図 3 に示す符号 59 の層は引出し層である。前記引出し層 59 は最もハイト寄りに形成された第 2 コイル片 56 と一体に繋がって形成されている。

#### 【0067】

図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの特徴的部分について以下に説明する。

図 1 に示す薄膜磁気ヘッドでは、複数本の第 1 コイル片 55 が、前記下部コア層 29、隆起層 32 及びバックギャップ層 33 で囲まれた空間内に形成されている。前記下部コア層 29 上に隆起層 32 及びバックギャップ層 33 を隆起形成することで前記第 1 コイル片 55 を形成することができる空間を適切に形成している。特に前記隆起層 32 及びバックギャップ層 33 はメッキ形成されていることが、前記隆起層 32 及びバックギャップ層 33 の膜厚を厚く形成できるから、前記下部コア層 29、隆起層 32 及びバックギャップ層 33 で囲まれる空間を広く取ることができ、前記第 1 コイル片 55 を所定の膜厚で形成しやすい。

#### 【0068】

各第 1 コイル片 55 のトラック幅方向における端部 55a からは接続層 61 が突出形成されているが、この接続層 61 の上面は前記隆起層 32 の上面、バックギャップ層 33 の上面及びコイル絶縁層 36 の上面と同一平面上に形成されているため、前記平坦化面上から前記接続層 61 の上面が露出した状態になっている。

#### 【0069】

このため図 1 に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記隆起層 32、コイル絶縁層 36 及びバックギャップ層 33 上に形成される積層体 62 を前記平坦化面上に形成することができ、前記積層体 62 を所定形状で形成することが可能になるため、前記積層体 62 のうち上部磁極層 41 の記録媒体との対向面でのトラック幅方向（図示 X 方向）の幅寸法で決定されるトラック幅  $T_w$  を所定寸法に高精度に形成することができる。この実施形態では前記トラック幅  $T_w$  を  $0.1\mu m \sim 0.3\mu m$  の範囲内で形成することができる。

#### 【0070】

しかも図 1 に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記コイル絶縁層 36 と同一の平坦化面から前記接続層 61 の上面 61a が露出しているから、前記接続層 61 の上に前記第 2 コイル片 56 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部を確実に容易に電氣的に接続させることが可能であり、前記第 1 コイル片 55 と第 2 コイル片 56 間の電氣的な接触不良を抑制することができる。

#### 【0071】

また上記のようにコイル絶縁層 36 の上面、隆起層 32 の上面、バックギャップ層 33 の上面及び接続層 61 の上面を全て同じ平坦化面で形成することで、薄膜磁気ヘッド全体の薄型化を促進させることができる。

#### 【0072】

また前記隆起層 32 上とバックギャップ層 33 上間を膜面と平行な直線状の前記積層体 62 で結んで磁路長を形成するため、短磁路化を実現できる。磁路長を短くできるので磁界反転速度を上げることができ、高周波特性に優れた薄膜磁気ヘッドを形成することができる。

## 【0073】

また前記第1コイル片55及び第2コイル片56は導電性に優れたCuやAuなどで形成されるが、前記接続層61は前記第1コイル片55及び第2コイル片56と同じ材質で形成されなくてもよく、導電性を有する材質であれば磁性材料などであってもよい。前記接続層61は好ましくは隆起層32と同じ磁性材料で形成されており、この結果、前記接続層61は前記隆起層32やバックギャップ層33と同じ工程時に形成できるため製造工程の迅速化を図ることが可能である。

## 【0074】

また上記したように前記コイル絶縁層36の上面は平坦化面とされるが、これを実現するには前記コイル絶縁層36は $Al_2O_3$ や $SiO_2$ などの無機絶縁材料で形成されることが好ましい。

## 【0075】

次に前記積層体62の形状について以下に説明する。図4に示す前記積層体62の斜視図は一例である。図4では、下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の平面形状は、記録媒体との対向面でトラック幅方向（図示X方向）に一定の幅寸法を有し、ハイト方向（図示Y方向）に向けてこの幅寸法を保ちながら延びる先端部Bと、この先端部Bの両側基端B1、B1からハイト方向（図示Y方向）に向けてトラック幅方向への幅が徐々に広がる後端部Cとで構成されている。上記したように上部磁極層41の記録媒体との対向面のトラック幅方向（図示X方向）の幅寸法でトラック幅Twが規制される。

## 【0076】

なお前記先端部Bは、記録媒体との対向面からハイト方向に向けて徐々にトラック幅方向への幅寸法が広がる形状であってもよい。かかる場合、前記先端部Bの両側基端B1からはハイト方向へさらにトラック幅方向への幅寸法が広がった後端部Cが形成される。

## 【0077】

図4に示すようにギャップデプス（Gd）は、前記ギャップ層40の上面40aの記録媒体との対向面から前記Gd決め層38に突き当たるまでのハイト方向（図示Y方向）への長さで決められる。

## 【0078】

次に下部磁極層39及び上部磁極層41の材質について説明する。前記下部磁極層39及び上部磁極層41は、上部コア層42や下部コア層29、隆起層32及びバックギャップ層33よりも高い飽和磁束密度Bsを有していることが好ましい。ギャップ層40に対向する下部磁極層39および上部磁極層41が高い飽和磁束密度を有していることにより、ギャップ近傍に記録磁界を集中させ、記録密度を向上させることが可能になる。

## 【0079】

また図1に示すように、前記下部磁極層39及び上部磁極層41はGd決め層38よりもさらにハイト方向（図示Y方向）の後方に延びており、第1コイル片55及び第2コイル片56に近い位置に飽和磁束密度Bsの高い領域を設けることができる。このため磁束効率を向上させることができ、記録特性に優れた薄膜磁気ヘッドを製造することが可能になる。

## 【0080】

また図1に示すギャップ層40は、非磁性金属材料で形成されて、下部磁極層39上にメッキ形成される。前記非磁性金属材料として、NiP、NiReP、NiPd、NiW、NiMo、NiRh、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上を選択することが好ましく、ギャップ層40は、単層構造でも多層構造で形成されていてもどちらであってもよい。

## 【0081】

なお図1に示す積層体62は下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の4層構造であるが、下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41の3層構造であってもよい。



## 【0082】

図5ないし図7は、いずれも図2に示す薄膜磁気ヘッドの部分正面図とは異なる形態のものである。図5ないし図7は、薄膜磁気ヘッドを構成するMRヘッド、隆起層32及び保護層60等を図面から削除し、最も記録媒体との対向面側に形成された第1コイル片及び第2コイル片等を示した部分正面図である。

## 【0083】

図5に示す薄膜磁気ヘッドでは、図2と異なり、前記積層体62の上面から側面にかけて有機絶縁材料で形成された絶縁層63が形成されており、図2のように無機絶縁材料で形成された絶縁層58を前記積層体62の上面にスパッタ成膜していない。それ以外の部分はすべて図2と同じであるため、図5に示す薄膜磁気ヘッドにおいても、前記接続層61の上面61aは前記隆起層32の上面、バックギャップ層33の上面及びコイル絶縁層36の上面と同一平面上に形成されており、その結果、前記積層体62を前記平坦化面上に形成することができ、前記積層体62を所定形状で形成することが可能になっている。

## 【0084】

また前記コイル絶縁層36と同一の平坦化面から前記接続層61の上面61aが露出しているから、前記接続層61の上に前記第2コイル片56のトラック幅方向（図示X方向）における端部を確実に容易に電氣的に接続させることができる。

## 【0085】

図6に示す薄膜磁気ヘッドでは、基準面Aよりも下の層の構成は図2と同じである。すなわち下部コア層29、隆起層32及びバックギャップ層33に囲まれた空間内に複数本の第1コイル片55が設けられ、この第1コイル片55のトラック幅方向（図示X方向）における端部55aから突出形成された接続層（以下では下側接続層という）61の上面61aが、前記隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面及びバックギャップ層33の上面と同一平面上で形成されている。

## 【0086】

図6では前記積層体62は平坦化面の隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面及びバックギャップ層33の上面に所定形状で高精度に形成されており、さらに前記積層体62のトラック幅方向（図示X方向）の両側には、前記下側接続層61と電氣的に接続する第1持ち上げ層70が形成されている。

## 【0087】

この第1持ち上げ層70は、例えば前記積層体62の形成と同時に前記積層体62と同じ材質を用いてメッキ形成される。このため前記第1持ち上げ層70の上面70aは前記積層体62の上面62aと同じ高さ位置で形成される。また前記積層体62は下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の4層構造であるため、前記第1持ち上げ層70もこれらの4層構造で形成される。この実施の形態では前記ギャップ層40を導電性のNiPでメッキ形成しているため、前記第1持ち上げ層70を前記積層体62の形成と同時に前記積層体62と同じ材質を用いてメッキ形成することが可能になっている。

## 【0088】

前記第1持ち上げ層70の上にはCuなどの導電性の第2持ち上げ層71が形成され、前記第2持ち上げ層71と第1持ち上げ層70とが電氣的に接続されている。この実施の形態では、前記第1持ち上げ層70の図示X-Y平面と同一平面での面積が、前記下側接続層61の図示X-Y平面と同一平面での面積及び第2持ち上げ層71の図示X-Y平面と同一平面での面積に比べて大きくなっているが、これらの層の前記面積の大小関係は特に制限されない。

## 【0089】

図6では前記第1持ち上げ層70と第2持ち上げ層71の2層で上側接続層72が構成されている。

## 【0090】

図6に示すように前記積層体62の上面及びトラック幅方向における側面が $Al_2O_3$ な



どの無機絶縁材料で形成された絶縁層 73 で覆われており、またこの絶縁層 73 は前記上側接続層 72 の周囲にも形成されている。

【0091】

図 6 に示すように前記絶縁層 73 の上面 73 a と前記上側接続層 72 の上面 72 a は基準面 F に沿った同じ平坦化面で形成されている。

【0092】

そして平坦化された前記絶縁層 73 上及び上側接続層 72 上に、トラック幅方向（図示 X 方向）に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向（図示 Y 方向）に傾斜して延びるとともに前記第 1 コイル片 55 と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第 2 コイル片 56 がハイト方向に並んで形成されている。

【0093】

図 6 に示すように前記第 2 コイル片 56 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部 56 a、56 b は前記上側接続層 72 の上面 72 a と電氣的に接続し、これによって第 1 コイル片 55、下側接続層 61、上側接続層 72 及び第 2 コイル片 56 から成るトロイダル状のコイル構造が形成されている。

【0094】

図 6 に示す形態では、前記下側接続層 61 と電氣的に接続する前記上側接続層 72 を設け、前記積層体 62 上を覆う絶縁層 73 の上面 73 a を平坦化面で形成するとともに、この平坦化面と同一面に前記上側接続層 72 の上面 72 a を露出させている。

【0095】

従って前記第 2 コイル片 56 を平坦化された絶縁層 73 の上に形成できるため、前記第 2 コイル片 56 を所定形状で形成できるとともに、図 2 や図 5 のように前記第 2 コイル片 56 のトラック幅方向における両側を下方に屈曲させて基準面 A から露出する接続層（下側接続層）61 の上面と前記第 2 コイル片 56 とを接続させるよりも、前記第 2 コイル片 56 が形成される位置と同位置まで前記接続層を持ち上げ、前記上側接続層 72 の上面 72 a を基準面 F から露出させることで、前記第 2 コイル片 56 のトラック幅方向における端部 56 a、56 b と前記上側接続層 72 との電氣的な接続をより確実且つ容易に行うことが可能になっている。また図 6 のような形態にすることで前記第 2 コイル片 56 と積層体 62 間の絶縁性もより好ましいものになる。

【0096】

図 7 は図 6 に示すコイル構造の変形例であり、図 7 では前記下側接続層 61 と電氣的に接続する上側接続層 72 を単層構造で形成している。前記上側接続層 72 は Cu などの導電性材料で形成される。この図 7 でも図 6 と同様に前記上側接続層 72 の上面 72 a を前記積層体 62 の上面を覆う絶縁層 73 の上面 73 a と同一の平坦化面とし、前記平坦化面から前記上側接続層 72 の上面 72 a を露出させている。このため前記第 2 コイル片 56 を所定形状で形成できるとともに、前記第 2 コイル片 56 のトラック幅方向における端部 56 a、56 b と前記上側接続層 72 との電氣的な接続をより確実且つ容易に行うことが可能になっている。

【0097】

なお前記上側接続層 72 の構造は図 6 のように 2 層の積層構造や図 7 の単層構造に限定されるものではなく 3 層以上の積層構造であってもよい。

【0098】

また図 6 及び図 7 に示す実施の形態では、共に積層体 62 下のコイル絶縁層 36 の上面と下側接続層 61 の上面とが基準面 A に沿った同一の平坦化面で形成されているが、前記コイル絶縁層 36 の上面と下側接続層 61 の上面との形成位置関係を限定せず、少なくとも前記積層体 62 上を覆う絶縁層 73 の上面 73 a と上側接続層 72 の上面 72 a とが同一の平坦化面で形成された形態であってもよい。

【0099】

図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を図 8 ないし図 1.6 に示す製造工程図を用いて以下に説明する。なお図 1 に示す下部コア層 29 から第 2 コイル片 56 までの各層の形成方

法について説明する。また図8ないし図16に示す製造工程図は製造途中の薄膜磁気ヘッドの縦断面図（すなわち図示Y-Z平面と平行な平面から切断した断面図）である。

#### 【0100】

図8に示す工程では、NiFe系合金等からなる下部コア層29をメッキ形成し、前記下部コア層29のハイト側後端面よりもハイト方向（図示Y方向）や前記下部コア層29のトラック幅方向（図示X方向）の両側を $Al_2O_3$ などの非磁性絶縁材料層31によって埋めた後、CMP技術等を用いて前記下部コア層29表面及び非磁性絶縁材料層31表面を研磨加工し、平らな面とする。

#### 【0101】

次に図9に示す工程では、前記下部コア層29表面及び非磁性絶縁材料層31表面に $Al_2O_3$ などのコイル絶縁下地層34をスパッタ等で形成する。次に前記コイル絶縁下地層34上に第1コイル片55をパターン形成する。前記第1コイル片55はCuなどの非磁性導電材料でメッキ形成されたものである。

#### 【0102】

前記第1コイル片55は複数本設けられ、各第1コイル片55はトラック幅方向（図示X方向）に平行にあるいはトラック幅方向（図示X方向）からハイト方向（図示Y方向）に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成されている。その後、次工程で形成される隆起層32及びバックギャップ層33が形成される領域のコイル絶縁下地層34を除去する。

#### 【0103】

次に図10に示す工程では、前記コイル絶縁下地層34上にレジスト層75を塗布し、このレジスト層75に露光現像により穴部75a、75bを形成する。前記穴部75aは、記録媒体との対向面から前記第1コイル片55のうち最も前記対向面寄りの前記第1コイル片55の前端面付近まで、前記穴部75bは、前記下部コア層29の基端部付近に設けられ、穴部75aから露出する前記下部コア層29上に隆起層32をメッキ形成し、同じ工程時に、前記穴部75b内から露出する前記下部コア層29の基端部上にバックギャップ層33をメッキ形成する。前記隆起層32及びバックギャップ層33と下部コア層29間にはコイル絶縁下地層34は無く、これらの層は磁氣的に接続された状態になっている。

#### 【0104】

図11は、図10とは別の部分を切断して示した薄膜磁気ヘッドの部分縦断面図である。図11は例えば前記第1コイル片55のトラック幅方向（図示X方向）における右側端部付近をY-Z平面と平行な方向に切断した部分縦断面図である。

#### 【0105】

図11に示す工程は図10に示される工程の後、コイルメッキシード膜を残した状態で行われるものであり、図11に示すように前記レジスト層75には前記第1コイル片55のトラック幅方向における端部にまで貫通する穴部75cが露光現像によって形成されており、前記穴部75cから前記第1コイル片55のトラック幅方向における端部の上面が露出している。

#### 【0106】

そしてCu、Au、Ni、Cu/Ni、NiFeを用いて図11に示す穴部75c内に接続層61をメッキ形成する。その後、コイルメッキシード膜を除去する。

#### 【0107】

このように図10及び図11工程によれば、前記隆起層32、バックギャップ層33及び接続層61をコイルメッキシード膜を利用して形成でき、これによって製造工程の迅速化を図ることができ、また前記接続層61の形成を容易化することができる。なお前記接続層61の形成は、前記隆起層32及びバックギャップ層33の形成よりも前あるいは後に、別の工程を用いて行ってもよい。

#### 【0108】

次に前記レジスト層75を除去する。そして図12に示す工程では、前記第1コイル片55上、前記隆起層32上及びバックギャップ層33上を $Al_2O_3$ などのコイル絶縁層3

6で覆う。前記コイル絶縁層36をスパッタ等で形成する。またこの際、図13に示すように前記コイル絶縁層36によって前記第1コイル片55のトラック幅方向の端部上に形成された接続層61上も覆う。

#### 【0109】

そして図12及び図13に示すD-D線まで前記コイル絶縁層36、隆起層32、バックギャップ層33及び接続層61をX-Y平面と平行な方向からCMP技術等を用いて削り込む。削り込みを終了した時点を示したのが図14である。

#### 【0110】

図14では隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面、バックギャップ層33の上面、さらには図示されていないが前記接続層61の上面が基準面Aに沿った平坦化面として形成される。そして図14に示すように第1コイル片55は、前記コイル絶縁層36内に完全に埋められた状態になっている。なお前記研削加工を適切に行うには前記コイル絶縁層36が $Al_2O_3$ などの無機絶縁材料で形成されていることが必要である。例えば前記コイル絶縁層36が有機絶縁材料で形成された場合、上記の研削加工を施しても前記有機絶縁材料のねばり気によって適切に削り込むことができず平坦化加工を行うことが難しいからである。

#### 【0111】

次に図15工程では、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定距離だけ離れた位置にGd決め層38を形成する。前記Gd決め層38は無機絶縁材料や有機絶縁材料で形成される。

#### 【0112】

次に図16に示す工程では、メッキに必要な例えばNiFe合金やFeCo合金から成るメッキシード膜（図示しない）を形成した後、例えば平面形状が図4に示す先端部Bと後端部Cとからなるパターン65aが設けられたレジスト層65を形成し、このパターン65a内に下から下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42を連続してメッキ形成する。

#### 【0113】

前記下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の平面形状は、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に向けて細長形状の先端部Bと、この先端部Bの両側基端B1からハイト方向にトラック幅方向（図示X方向）が広がる後端部Cとで構成されている。またこのとき前記上部磁極層41の前記対向面でのトラック幅方向（図示X方向）への幅寸法でトラック幅Twが規制される。そして前記レジスト層65を除去する。

#### 【0114】

この図16工程では、前記下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42からなる積層体62を、平坦化されたコイル絶縁層36上、隆起層32上及びバックギャップ層33上に形成できる点で効果的である。すなわち前記積層体62を前記コイル絶縁層36上、隆起層32上及びバックギャップ層33上に所定形状に高精度に形成でき、これにより、前記トラック幅Twを所定寸法で形成することが可能である。

#### 【0115】

また図16の工程の次には、図2で示す絶縁層58、63を形成し、有機絶縁材料で形成された絶縁層63に露光現像で穴部を空けて前記穴部内から前記接続層61の上面61aを露出させた後、前記絶縁層58、63上から前記接続層61の上面61aにかけて第2コイル片56をパターン形成する。前記第2コイル片56は例えばCuなどの非磁性導電材料でメッキ形成される。また前記第2コイル片56は複数本設けられ、各第2コイル片56はトラック幅方向（図示X方向）に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向（図示Y方向）に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片55と非平行を成し、且つ互いに平行に形成されたものである。

#### 【0116】

上記した製造方法によれば図12及び図13工程でCMP技術等を用いて、基準面Aに

沿って、コイル絶縁層 36、隆起層 32、バックギャップ層 33 及び接続層 61 の上面を同じ平坦化面として形成しているため、前記接続層 61 の上面 61a は前記平坦化面から露出した状態にあり、そのため前記第 2 コイル片 56 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部 56a、56b を前記接続層 61 の上面 61a に確實且つ容易に接続させやすくなっている。

#### 【0117】

図 17 ないし図 19 は、図 6 に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図であり、図面から隆起層 32 等を削除して示した部分正面図である。

#### 【0118】

基準面 A までの製造工程は上記した通りである。図 17 工程では平坦化されたコイル絶縁層 36 の上面、隆起層 32 の上面及びバックギャップ層 33 の上面に積層体 62 をメッキ形成すると同時に同じ材質で第 1 持ち上げ層 70 を前記基準面 A から露出した接続層 61 の上面 61a にメッキ形成する。なお図 17 には図示していないが、図 16 工程で使用するレジスト層 65 に露光現像によって前記第 1 持ち上げ層 70 を形成するための穴部を設け、その穴部内に前記第 1 持ち上げ層 70 をメッキ形成していく。

#### 【0119】

さらに上記したレジスト層 65 を除去し、新たなレジスト層 76 を前記積層体 62 上、コイル絶縁層 36 上及び第 1 持ち上げ層 70 上に塗布した後、露光現像によって前記レジスト層 76 に前記第 1 持ち上げ層 70 の上面にまで貫通する穴部 76a を設け、この穴部内に第 2 持ち上げ層 71 をメッキ形成していく。

#### 【0120】

また図 17 工程で第 1 持ち上げ層 70 の形成を行わず、図 18 工程で前記レジスト層 76 に前記接続層（下側接続層）61 の上面 61a にまで貫通する穴部を設け、この穴部内に単層の上側接続層 72 をメッキ形成してもよい。かかる場合、完成した薄膜磁気ヘッドの部分正面図は図 7 と同じになる。

#### 【0121】

なお少なくとも前記上側接続層 72 の上面は、前記積層体 62 の上面よりも高い位置になくはない。

#### 【0122】

次に図 18 に示すレジスト層 76 を除去した後、図 19 工程では、前記積層体 62 の上面、コイル絶縁層 36 の上面及び上側接続層 72 の上面を  $Al_2O_3$  などの無機絶縁材料からなる絶縁層 73 で覆い、前記絶縁層 73 及び上側接続層 72 を CMP 技術等を用いて図面の E-E 線まで削り、前記絶縁層 73 の上面と上側接続層 72 の上面を同じ平坦化面に加工する。この研削工程で前記積層体 62 の上面が露出してはいけなく。なお前記研削加工を適切に行うには前記絶縁層 73 が  $Al_2O_3$  などの無機絶縁材料で形成されていることが必要である。例えば前記絶縁層 73 が有機絶縁材料で形成された場合、上記の研削加工を施しても前記有機絶縁材料のねばり気によって適切に削り込むことができず平坦化加工を行うことが難しいからである。

#### 【0123】

図 19 工程で前記積層体 62 は前記絶縁層 73 に完全に覆われた状態になるとともに、平坦化された前記絶縁層 73 の表面と同一面から前記上側接続層 72 の上面 72a が露出した状態になる。

#### 【0124】

次に前記絶縁層 73 上及び前記上側接続層 72 の上面 72a に前記第 2 コイル片 56 をパターン形成するが、図 19 の工程のように前記積層体 62 上を覆う絶縁層 73 を平坦化面とすることで、その上に形成される前記第 2 コイル片 56 を平坦化面上に形成でき、前記第 2 コイル片 56 を所定形状で形成することが可能になる。しかも前記絶縁層 73 と同一面上に上側接続層 72 の上面 72a が露出することから、前記第 2 コイル片 56 のトラック幅方向における端部を図 2 や図 5 のように屈曲させなくても、前記上側接続層 72 の上面 72a に前記第 2 コイル片 56 の端部を設置することができ、従ってより確實且つ容

易に前記第2コイル片56のトラック幅方向における端部と前記上側接続層72の上面72aとを電氣的に接続させることが可能である。

【0125】

図20は本発明の第5実施形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図である。図20に示す薄膜磁気ヘッドは図1に示す薄膜磁気ヘッドとほぼ同様の構造で構成されている。したがって、図20に示す薄膜磁気ヘッドの構造部分のうち、図1に示す薄膜磁気ヘッドと同様の構造部分には同様の符号を付して、その詳しい説明を省略する。

【0126】

図20に示す薄膜磁気ヘッドでは、第1コイル片455の上面が図20に示す基準面Aに形成されており、隆起層32の上面、第1コイル片455の上面、コイル絶縁層36の上面、バックギャップ層33の上面が、前記基準面Aに沿った連続した平坦化面となっている。

【0127】

前記平坦化面上には、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定距離離れた位置からハイト方向に向けてGd決め層438が形成されている。前記Gd決め層438の前端面438aは図1に示す薄膜磁気ヘッドと同様に前記隆起層32上に位置し、また前記Gd決め層の後端面438bは前記バックギャップ層33上に位置するように形成されている。あるいは、前記Gd決め層の後端面438bは前記ギャップ層33の上面と前記前端面33aとの境界部33b上に位置するように構成しても良い。

【0128】

図20に示す薄膜磁気ヘッドでは、第1コイル片455の上部に前記Gd決め層438が形成されており、このGd決め層438は有機絶縁材料または無機絶縁材料で形成されている。したがって、第1コイル片455の上面を前記基準面Aまで延ばしてGd決め層438の下面に接触するように形成しても、第1コイル片455と積層体62を絶縁することができる。したがって、第1コイル片455の断面積を大きくすることができ、抵抗を小さくすることが可能となる。

【0129】

図21は図20に示す薄膜磁気ヘッドを記録媒体との対向面側からみた正面図である。この正面図は、図7に示される薄膜磁気ヘッドの正面図と類似している。なお、図21では、前記隆起層32を図示せずに、前記隆起層32の後方にある第1コイル片455を図示している。

【0130】

本実施の形態のように、第1コイル片455の上面が隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面、バックギャップ層33の上面との同一面である、前記基準面Aに沿った平坦化面上に位置していると、第1コイル片455と上側接続層72とを直接接続させることができる。従って、図7に示される薄膜磁気ヘッドにおいて、第1コイル片34を上側接続層72と接続するための、接続層61を省略でき、接続部の数が減少してコイル層全体の抵抗値が減る。従って、発熱量も減少して、薄膜磁気ヘッドの記録媒体との対向面の熱膨張量あるいは突出量を低減でき、低浮上量の磁気ヘッドを提供することができる。

【0131】

なお、図21では、上側接続層72の形状を図7に示された薄膜磁気ヘッドと同様のものとしたが、上側接続層72が図6に示された薄膜磁気ヘッドと同様のものであってもよい。また、上側接続層72が省略され、第1コイル片455と第2コイル片56が直接接続されてもよい。

【0132】

なお、本発明のコイル層は、図3に示されるような、複数の第1コイル片55が互いに平行になっており、複数の第2コイル片56も互いに平行になっているものに限られない。

【0133】

すなわち、本発明では、第1コイル片が下部コア層29、隆起層32及びバックギャッ

層 33 で囲まれた空間内に、積層体 62 と交叉する方向に伸長して形成され、第 2 コイル片が積層体 62 上を横断して形成され、隣りあう前記第 1 コイル片の端部どうしが、前記第 2 コイル片を介して接続されることにより前記トロイダル状に巻回するコイル層が形成されていけばよい。

【0134】

図 22 ないし図 26 は、本発明の薄膜磁気ヘッドに適用できる第 1 コイル片及び第 2 コイル片の平面構造を示すための平面図である。

【0135】

図 22 には、薄膜磁気ヘッドの積層体 62 とコイル層 90 のみ示している。図 22 に示される薄膜磁気ヘッドは、図 1 に示される薄膜磁気ヘッドとほぼ同じ構造を有しており、コイル層の構造のみ異なっている。

【0136】

すなわち、図 22 に示される薄膜磁気ヘッドのコイル層 90 を構成している複数の第 1 コイル片 80 は互いに平行に形成されておらず、また、複数の第 2 コイル片 81 も、積層体 62 と重なっている部位 81b は互いに平行になっているが、積層体 62 のトラック幅方向（図示 X 方向）の両側の部位は、端部 81a に向うにつれてハイト方向（図示 Y 方向）間距離が大きくなるように広がっている。

【0137】

なお、図 22 では、積層体 62 の下に形成される前記第 1 コイル片 80 を点線で示し、積層体 62 の上に形成される前記第 2 コイル片 81 を実線で示している。

【0138】

図 2 及び図 4 に示される構造と同様に、前記第 2 コイル片 81 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部 81a 上には導電性を有する持ち上げ層 82 が接続されており、持ち上げ層 82 は前記第 1 コイル片 80 の端部と電氣的に接続されている。前記第 1 コイル片 80 の端部は、前記第 2 コイル片 81 の端部 81a と重なる位置に形成されており、図 22 では図示されていない。なお、持ち上げ層 82 は、図 2 に示される上側接続層 72 と同様の構造を有しており、前記接続層 61 と同様の接続層を介して、前記第 1 コイル片 80 の端部に接続された状態になっている。図 22 に示されるコイル層 90 も、積層体 62 の周囲をトロイダル状に巻回する構造である。なお、符号 83 及び 84 は、コイル層 90 の両端部を電極層とつなげるための引き出し層である。

【0139】

図 22 では、例えば、図の最も左側に形成されている第 2 コイル片 81 と、その右隣にある前記第 2 コイル片 81 の、端部 81a と端部 81a 間の距離  $S1a$  が、これらの前記第 1 コイル片間の前記積層体 62 に重なる領域における最小距離  $L1a$  より大きくなっている。

【0140】

また、図の左から 2 番目に形成されている第 2 コイル片 81 と、その右隣にある前記第 2 コイル片 81 の、端部 81a と端部 81a 間の距離  $S1b$  及び  $S1c$  が、これらの前記第 2 コイル片間の前記積層体 62 に重なる領域における最小距離  $L1b$  より大きくなっている。さらに、図の最も右側に形成されている第 2 コイル片 81 と、その左隣にある前記第 2 コイル片 81 の、端部 81a と端部 81a 間の距離  $S1d$  が、これらの前記第 2 コイル片間の前記積層体 62 に重なる領域における最小距離  $L1c$  より大きくなっている。

【0141】

なお、上記において、端部 81a と端部 81a 間の距離は、端部 81a の中心と端部 81a の中心間の距離としている。また、前記第 2 コイル片間の前記積層体 62 に重なる領域における最小距離とは、前記第 2 コイル片を幅方向に 2 等分する直線間の最小の距離である。

【0142】

インダクティブ型の薄膜磁気ヘッドでは、磁束が流れる磁気回路の体積を小さくしてインダクタンスを減少させることが好ましい。このため、前記積層体 62 のハイト方向長さ

も小さくすることが必要になり、前記第2コイル片81間の前記積層体62に重なる領域における間隔距離L1a、L1b、L1cも小さくなる。このとき、前記第2コイル片81間の、ハイト方向に隣りあう端部81aと端部81aの距離を本発明のように大きくすることによって、端部81aの形成が容易になり、前記第1コイル片80の端部と前記第2コイル片81の端部81aの接続を容易かつ確実におこなえる。

#### 【0143】

また、前記複数本の第2コイル片81は、前記積層体62と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位81bを有しており、しかも部位81bは、図示トラック幅方向に伸長している。これにより、前記コイル層90から前記積層体62に誘導される磁界が安定する。

#### 【0144】

図22に示されるコイル層90の構造では、前記複数本の第2コイル片81は、前記積層体62と重なる全て領域において、互いに平行に形成されている。しかし、図23に示されるように、前記複数本の第2コイル片81が、前記積層体62と重なる一部の領域だけ、互いに平行に形成されている部位81bを有するものであっても、前記コイル層90から前記積層体62に誘導される磁界を安定させる効果を奏することができる。

#### 【0145】

また、本発明では、少なくとも一組の前記第2コイル片81間の、ハイト方向に隣りあう端部81aと端部81aの距離が、これらの前記第2コイル片81間の前記積層体62に重なる領域における最小距離より大きければよい。

#### 【0146】

例えば、図24に示されるコイル層の構造も本発明の範囲にはいるものである。図24では、図の最も右側に形成されている第2コイル片81と、その左隣にある前記第2コイル片81の、端部81aと端部81a間の距離S1dのみが、これらの前記第2コイル片81間の前記積層体62に重なる領域における最小距離L1cより大きくなっている。しかし、他の組み合わせの前記第2コイル片81間の、ハイト方向に隣りあう端部81aと端部81aの距離は、これらの前記第1コイル片81間の前記積層体62に重なる領域における最小距離と等しくなっている。

#### 【0147】

図22から図24では、前記第2コイル片81間の距離を、前記積層体62に重なる領域から、端部81aにかけて広げて大きくすることを説明したが、同様の構成を前記第1コイル片80に適用することも可能である。

#### 【0148】

図25に、前記第1コイル片80間の距離も、前記積層体62に重なる領域から、前記第1コイル片80の端部にかけて広げて大きくする構成のコイル層91を示す。

#### 【0149】

図25に示されるコイル層91の第2コイル片81の構造は、図23に示されるコイル層90の第2コイル片81の構造と同じである。図25では、図23に示されていない、第1コイル片80の端部80aを図示し、第2コイル片81の端部81aの図示を省略している。

#### 【0150】

図25では、例えば、図の最も左側に形成されている第1コイル片81と、その右隣（中央）にある前記第1コイル片80の、端部80aと端部80a間の距離S2a、S2bが、これらの前記第1コイル片間の前記積層体62に重なる領域における最小距離L2aより大きくなっている。

#### 【0151】

また、図の左から2番目（中央）に形成されている第1コイル片80と、その右隣（右端）にある前記第2コイル片80の、端部80aと端部80a間の距離S1c及びS1dが、これらの前記第1コイル片間の前記積層体62に重なる領域における最小距離L2bより大きくなっている。



**【0152】**

なお、上記においても、端部80aと端部80a間の距離は、端部80aの中心と端部80aの中心間の距離としている。また、前記第1コイル片間の前記積層体62に重なる領域における最小距離とは、前記第1コイル片を幅方向に2等分する直線間の最小の距離である。

**【0153】**

また、前記複数本の第1コイル片80は、前記積層体62と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位80bを有しており、しかも部位80bは、図示トラック幅方向に伸長している。これにより、前記コイル層91から前記積層体62に誘導される磁界が安定する。

**【0154】**

なお、第1コイル片80の構造は、図25に示されるもの以外のものでもよい。例えば、第1コイル片80が図22、図24に示された第2コイル片81の構造と相似する形状であってもよい。

**【0155】**

また、第1コイル片80のみが本発明の構造をとるもの、すなわち、少なくとも一組の前記第1コイル片80間の距離が、前記積層体62に重なる領域から、前記第1コイル片80の端部にかけて大きくなる構造を有するものも本発明の範囲に含まれる。

**【0156】**

なお、図26に示されるコイル層92のように、前記積層体62と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位が形成されないものであってもよい。

**【0157】**

図27は、本発明における第6実施形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図、図28は図27に示す薄膜磁気ヘッドからMRヘッド、絶縁層536及び保護層561等を図面上除き、磁極端層と、最も記録媒体との対向面側に形成された第1コイル片及び第2コイル片と、これらの層と膜厚方向で対向する各層の構造を記録媒体との対向面側から見た部分正面図である。

**【0158】**

前記下部シールド層22から前記上部シールド層27までの再生用ヘッド（MRヘッドとも言う）は、第1実施形態ないし第5実施形態の薄膜磁気ヘッドと同じものである。

**【0159】**

図27に示すように前記上部シールド層27上には、 $Al_2O_3$ などで形成された分離層28が形成されている。なお前記上部シールド層27及び分離層28が設けられておらず、前記上部ギャップ層26上に次の下部コア層529が設けられていてもよい。かかる場合、前記下部コア層529が上部シールド層をも兼ね備える。

**【0160】**

図27では、前記分離層28の上に下部コア層529が形成されている。前記下部コア層529はNiFe系合金などの磁性材料で形成される。前記下部コア層529は記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の長さ寸法で形成される。前記下部コア層529の後端面529aよりもハイト方向後方及び前記下部コア層529のトラック幅方向（図示X方向）における両側には非磁性絶縁材料層31が設けられている。図27に示すように前記下部コア層529及び非磁性絶縁材料層31の各層の表面は連続した平坦化面である。

**【0161】**

図27に示すように下部コア層529上には、記録媒体との対向面からハイト方向後方に向けて所定の長さ寸法で磁極端層（隆起層）548が形成されている。磁極端層548はトラック幅方向（図示X方向）への幅寸法がトラック幅Twで形成されている。トラック幅Twは、例えば0.5 $\mu$ m以下で形成される。

**【0162】**

図28に示す実施形態では、磁極端層548は、下部磁極層549、ギャップ層550



、および上部磁極層 551 の 3 層膜の積層構造で構成されている。以下、磁極層 549、551 およびギャップ層 550 について説明する。

【0163】

下部コア層 529 上には磁極端層 548 の最下層となる下部磁極層 549 がメッキ形成されている。下部磁極層 549 は磁性材料を用いて形成され、下部コア層 529 と磁気的に接続されており、下部磁極層 549 は、下部コア層 529 と同じ材質でも異なる材質で形成されていてもどちらでもよい。また単層膜でも多層膜で形成されていてもどちらでもよい。

下部磁極層 549 上には、非磁性のギャップ層 550 が積層されている。

【0164】

ギャップ層 550 は非磁性金属材料で形成されて、下部磁極層 549 上にメッキ形成されることが好ましい。非磁性金属材料として、NiP、NiReP、NiPd、NiW、NiMo、NiRh、NiRe、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Cr のうち 1 種または 2 種以上を選択することが好ましく、ギャップ層 550 は、単層膜で形成されていても多層膜で形成されていてもどちらであってもよい。

【0165】

次にギャップ層 550 上には、後述する上部コア層 560 と磁気的に接続する上部磁極層 551 がメッキ形成されている。本実施の形態では、上部磁極層 551 を下層 551a と上層 551b の積層構造にしている。下層 551a 及び上層 551b は磁性材料によって形成され、下層 551a の飽和磁束密度は、上層 551b の飽和磁束密度より大きくなっている。

【0166】

上記したようにギャップ層 550 が、非磁性金属材料で形成されていれば、下部磁極層 549、ギャップ層 550 および上部磁極層 551 を連続してメッキ形成することが可能になる。

【0167】

さらに前記磁極端層 548 のハイト方向後端面 548a からハイト方向（図示 Y 方向）に所定距離離れた位置にバックギャップ層 533 が前記下部コア層 529 上に形成されている。

【0168】

バックギャップ層 533 は磁性材料で形成され、前記下部コア層 529 と同じ材質で形成されてもよいし、別の材質で形成されていてもよい。またバックギャップ層 533 は単層であってもよいし多層の積層構造で形成されていてもよい。バックギャップ層 533 は前記下部コア層 529 に磁気的に接続されている。

【0169】

バックギャップ層 533 間の下部コア層 529 上にはコイル絶縁下地層 534 が形成され、前記コイル絶縁下地層 534 上には、トラック幅方向（図示 X 方向）に平行に延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第 1 コイル片 555 がハイト方向に並んで形成されている。なお各第 1 コイル片 555 はトラック幅方向（図示 X 方向）からハイト方向に傾斜して延びていてもよい。

【0170】

前記第 1 コイル片 555 上は  $Al_2O_3$  などの無機絶縁材料で形成されたコイル絶縁層 536 で埋められている。図 27 に示すように前記磁極端層 548 の上面、コイル絶縁層 536 の上面、及びバックギャップ層 533 の上面は図 27 に示す基準面 A に沿った連続した平坦化面となっている。

【0171】

図 28 に示すように、前記第 1 コイル片 555 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部 555a 上には導電性を有する接続層 561 が突出形成されている。前記接続層 561 の平面形状（すなわち X-Y 平面と平行な方向から切断した面の形状）には楕円形状や円形状、正方形、長方形、菱形等、種々の形状を選択できる。また前記接続層 561 は

バックギャップ層 533 と同じ材質で形成されていることが製造工程上好ましいが、バックギャップ層 533 とは別の材質で形成されていてもよい。また前記接続層 561 は単層構造であってもよいし多層の積層構造であってもよい。また前記接続層 561 は前記第 1 コイル片 555 の端部 555a と電氣的に接続された状態にあるが、「電氣的に接続」とは直接的な接続、間接的な接続を問わず、2 層間に電気が通る状態になっていればよいことを意味する。以下同じである。

#### 【0172】

図 28 に示すように各第 1 コイル片 555 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部 555a 上に形成された接続層 561 の上面 561a は上記した基準面 A と同一面上で形成される。すなわち図 27 に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記磁極端層 548 の上面、コイル絶縁層 536 の上面、バックギャップ層 533 の上面及び接続層 561 の上面 561a が全て同じ平坦化面で形成されている。

#### 【0173】

図 27 に示すように下部コア層 529 上には、前記記録媒体との対向面からハイト方向（図示 Y 方向）に所定の距離離れた位置からハイト方向に向けて Gd 決め層 538 が形成されている。また図 27 に示すように上部磁極層 551 の後端部は Gd 決め層 538 上に載せられている。ギャップデプス（Gd）は、前記ギャップ層 550 の記録媒体との対向面から前記 Gd 決め層 538 に突き当たるまでのハイト方向（図示 Y 方向）への長さで決められる。

前記上部磁極層 551 とバックギャップ層 533 上には上部コア層（磁性層）560 がメッキ形成されている。前記上部コア層 560 は、バックギャップ層 533 を介して、前記下部コア層 529 のハイト側と前記磁極端層 548 とを接続しており、上部コア層 560 が本発明の磁性層に相当する。

#### 【0174】

なお上部磁極層 551 と上部コア層 560 と同じ材質で形成されていてもよいが、異なる材質で形成されるほうが好ましい。特に、上部コア層 560 が前記上部磁極層 551 の上層 551b よりも飽和磁束密度が低いことがより好ましい。上部コア層 560 の飽和磁束密度は例えば 1.4 T～1.9 T、前記上部磁極層 551 の飽和磁束密度は例えば下層が 1.9 T～2.4 T、上層が 1.4 T～1.9 T である。

#### 【0175】

前記上部コア層 560 の飽和磁束密度が前記上部磁極層 551 の飽和磁束密度よりも低いと、上部コア層 560 からの洩れ磁界で磁気記録することを防ぐことが容易になる。

#### 【0176】

図 27 及び図 28 に示すように前記上部コア層 560 の上には、例えば  $Al_2O_3$  などの絶縁材料で形成された絶縁層 558 が形成されている。前記絶縁層 558 は無機絶縁材料で形成されていることが好ましい。この絶縁層 558 は前記上部コア層 560 のトラック幅方向（図示 X 方向）の両側に広がるコイル絶縁層 536 上にも形成されている。また図 28 に示すように、前記絶縁層 558 のトラック幅方向（図示 X 方向）における両側端部上から前記上部コア層 560 のトラック幅方向における両側にかけてレジストなどの有機絶縁材料で形成された絶縁層 563 が形成されている。この絶縁層 563 は前記持ち上げ層 572 の周囲にも形成されている。

#### 【0177】

無機絶縁材料で形成された絶縁層 558 はスパッタ法などで形成され、前記絶縁層 558 を有機絶縁材料で形成された絶縁層 563 に比べて薄い膜厚で形成することができるため、上部コア層 560 と次に説明する第 2 コイル片 556 とを距離的に近づけることができ磁化効率を向上させることができるとともに、前記上部コア層 560 のトラック幅方向における両側で、前記上部コア層 560 と第 2 コイル片 556 間の絶縁を良好に保つことが可能である。

#### 【0178】

図 27、図 28 に示すように前記絶縁層 558、563 の上に、トラック幅方向（図示

X方向)からハイト方向(図示Y方向)に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片556がハイト方向に並んで形成されている。各第2コイル片556はトラック幅方向(図示X方向)に平行な方向に延びて形成されていてもよい。

【0179】

前記第1コイル片555と第2コイル片556とは互いに非平行の関係にあり、図28に示すように、磁性層562の膜厚方向(図示Z方向)で対向する第1コイル片555のトラック幅方向における左側端部555aと第2コイル片556のトラック幅方向における左側端部556aとが接続部561を介して電氣的に接続されている。なお図28の図示右側に示した点線の接続部561は、図面上見えている第1コイル片555の一つ後ろ側(図示Y方向)に位置する第1コイル片555の右側端部と、図面上見えている第2コイル片556の右側端部556bとを電氣的に接続している。

【0180】

このように図27、図28に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記積層体62の膜厚方向の上下で対向する第1コイル片555のトラック幅方向における端部と第2コイル片556のトラック幅方向における端部とが接続部561を介して電氣的に接続されてトロイダル状のコイル構造557が形成されている。

【0181】

なお図27に示す符号561の層は $\text{Al}_2\text{O}_3$ などで形成された保護層であり、また図27に示す符号559の層は引出し層である。前記引出し層559は最もハイト寄りに形成された第2コイル片556と一体に繋がって形成されている。

【0182】

コイル層557に記録電流が与えられると、下部コア層529及び上部コア層560に記録磁界が誘導され、ギャップ層550を介して対向する下部磁極層549及び上部磁極層551間に漏れ磁界が発生し、この漏れ磁界により、ハードディスクなどの記録媒体に磁気信号が記録される。

【0183】

図27に示す薄膜磁気ヘッドでは、複数本の第1コイル片555が、前記下部コア層529、磁極端層548及びバックギャップ層533で囲まれた空間内に形成されている。前記下部コア層529上に磁極端層548及びバックギャップ層533を隆起形成することで前記第1コイル片555を形成することができる空間を適切に形成している。特に前記磁極端層548及びバックギャップ層533はメッキ形成されていることが、前記磁極端層548及びバックギャップ層533の膜厚を厚く形成できるから、前記下部コア層529、磁極端層548及びバックギャップ層533で囲まれる空間を広く取ることができ、前記第1コイル片555を所定の膜厚で形成しやすい。

【0184】

各第1コイル片555のトラック幅方向における端部555aからは接続層561が突出形成されているが、この接続層561の上面は前記磁極端層548の上面、バックギャップ層533の上面及びコイル絶縁層536の上面と同一平面上に形成されているため、前記平坦化面上から前記接続層561の上面が露出した状態になっている。

【0185】

このため図27に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記磁極端層548、コイル絶縁層536及びバックギャップ層533上に形成される上部コア層560を前記平坦化面上に形成することができ、前記上部コア層560を所定形状で形成することが可能になるため、前記上部コア層560を所定寸法に高精度に形成することができる。

【0186】

しかも図27に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記コイル絶縁層536と同一の平坦化面から前記接続層561の上面561aが露出しているから、前記接続層561の上に前記第2コイル片556のトラック幅方向(図示X方向)における端部を確実に且つ容易に電氣的に接続させることが可能であり、前記第1コイル片555と第2コイル片556間の電氣的な接触不良を抑制することができる。

## 【0187】

また上記のようにコイル絶縁層 536 の上面、磁極端層 548 の上面、バックギャップ層 533 の上面及び接続層 561 の上面を全て同じ平坦化面で形成することで、薄膜磁気ヘッド全体の薄型化を促進させることができる。

## 【0188】

また前記磁極端層 548 上とバックギャップ層 533 上間を膜面と平行な直線状の前記上部コア層 560 で結んで磁路長を形成するため、短磁路化を実現できる。磁路長を短くできるので磁界反転速度を上げることができ、高周波特性に優れた薄膜磁気ヘッドを形成することができる。

## 【0189】

また前記第 1 コイル片 555 及び第 2 コイル片 556 は導電性に優れた Cu や Au など形成されるが、前記接続層 561 は前記第 1 コイル片 555 及び第 2 コイル片 556 と同じ材質で形成されなくてもよく、導電性を有する材質であれば磁性材料などであってもよい。前記接続層 561 は好ましくは磁極端層 548 と同じ磁性材料で形成されており、この結果、前記接続層 561 は前記磁極端層 548 やバックギャップ層 533 と同じ工程時に形成できるため製造工程の迅速化を図ることが可能である。

## 【0190】

また上記したように前記コイル絶縁層 536 の上面は平坦化面とされるが、これを実現するには前記コイル絶縁層 536 は  $Al_2O_3$  や  $SiO_2$  などの無機絶縁材料で形成されることが好ましい。

## 【0191】

なお、前記上部コア層 560 の平面形状は図 4 に示された上部コア層 42 と同様である。

## 【0192】

本実施の形態では、上部コア層 560 と磁極端層 548 の上部磁極層 551 の材料を異ならせることによって、上部磁極層 551 のみ高飽和磁束密度を有する材料で形成し、上部コア層 560 を上部磁極層 551 より飽和磁束密度の小さな材料で形成することができる。また、高飽和磁束密度を有する上部磁極層 551 や下部磁極層 549 は、Gd 決め層 538 の後方には形成されないの、磁束密度を適度に調節でき、磁極端層 548 の両側部からの磁束の洩れが少なくなり、磁気ヘッドの S/N 比が向上する。

## 【0193】

また、上部コア層 560 の前端面 560a を記録媒体との対向面よりも、ハイト方向後方に後退させることによって上部コア層 560 からの磁束の洩れをさらに低減できる。

## 【0194】

また、本実施の形態では、上部コア層 560 の上の第 2 コイル片 556 の膜厚  $t_1$  を第 1 コイル片 55 の膜厚  $t_2$  より大きくし、また、前記第 2 コイル片の電流が流れる方向と直交する第 1 の方向の長さ寸法  $W_2$  を、前記第 1 コイル片の前記第 1 の方向の長さ寸法  $W_1$  よりも大きくして、抵抗値を低減できる。すなわち、前記コイル層 557 の発熱を低減することができ、磁極端部 548 周辺の記録媒体側への突出を低減できる。

## 【0195】

図 27 及び図 28 に示された磁気ヘッドは、磁極端部 548 上とバックギャップ層 533 上間を平坦形状の上部コア層 560 で結んで磁路長を形成するため、上部コア層が盛り上がり形成される磁気ヘッドに比べて磁路長を短くできる。また、上部コア層 560 が平坦形状を有していると、コイル層 557 から発生するジュール熱を磁気ヘッドの外部に効率よく放出することができる。

## 【0196】

さらに、コイル層 557 は、上部コア層 560 を軸として巻回するトロイダルコイル構造を有している。

## 【0197】

このため磁気ヘッドを構成するコイル層 557 のターン数を少なくしても一定の記録特

性を維持することができ、ターン数を減らせることでコイル抵抗を低減できるから磁気ヘッドの駆動時においても磁気ヘッドの発熱を抑えることができる。

【0198】

磁気ヘッドの発熱を抑えることができると、磁極端部548周辺が記録媒体との対向面Fから突き出す等の問題を抑制することができる。

【0199】

さらにコイル層557を覆うコイル絶縁層536に無機絶縁材料を用いることによって磁気ヘッドの熱膨張係数を低減させることができる。

【0200】

図29は本発明における第7実施形態の薄膜磁気ヘッドの部分正面図であり、薄膜磁気ヘッドを構成するMRヘッド、保護層561等を図面から削除し、最も記録媒体との対向面側に形成された第1コイル片及び第2コイル片並びに磁極端部と、これらの層と膜厚方向で対向する各層の構造を示したものである。

【0201】

図29に示す薄膜磁気ヘッドでは、基準面Aよりも下の層の構成は図28と同じである。すなわち下部コア層529、磁極端層548及びバックギャップ層533に囲まれた空間内に複数本の第1コイル片555が設けられ、この第1コイル片555のトラック幅方向（図示X方向）における端部555aから突出形成された接続層561の上面561aが、前記磁極端層548の上面、コイル絶縁層536の上面及びバックギャップ層533の上面と同一平面上で形成されている。

【0202】

図29では前記上部コア層560は平坦化面の磁極端層548の上面、コイル絶縁層536の上面及びバックギャップ層533の上面に所定形状で高精度に形成されており、さらに前記上部コア層560のトラック幅方向（図示X方向）の両側には、前記下側接続層561と電氣的に接続する持ち上げ層572が形成されている。

【0203】

図29に示すように前記持ち上げ層572は2つの持ち上げ層が段差を介して積層された構成である。前記持ち上げ層572のうち下側の持ち上げ層570は前記上部コア層560を構成する材料でメッキ形成されている。あるいは前記下側の持ち上げ層570はCu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNiから選ばれた1層あるいは2層以上の層の上にNi、CuNi、NiPから選ばれた1層あるいは2層以上の保護膜が形成された積層構造であってもよい。

【0204】

前記下側の持ち上げ層570上に段差を介して積層された上側の持ち上げ層571（以下、持ち上げ調整層という）は前記持ち上げ層572全体の高さを調整する機能を有し、図29に示すように下側の持ち上げ層570の上に持ち上げ調整層571を設けることで前記持ち上げ層572の上面572aの高さを前記上部コア層560の上面562aの高さよりも高くしている。

【0205】

前記持ち上げ調整層571は導電性を有し且つメッキ形成可能な材質で形成される。前記持ち上げ調整層571はCu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNiから選ばれた1層あるいは2層以上の層であることが好ましい。またCuやCo、Niを含む層を主体とし、その上にNi、CuNi、NiPから選ばれた1層あるいは2層以上の保護膜が形成された構造であってもよい。

【0206】

前記下側の持ち上げ層570の下面と前記接続層561の上面及び前記下側の持ち上げ層570の上面570aと持ち上げ調整層571の下面は電氣的に接続された状態になっている。

【0207】

図29に示すように持ち上げ層572を2段構造にする利点は、前記持ち上げ層572

の上面 572a の高さを前記上部コア層 560 の上面 562a よりも容易に高くすることができることである。前記持ち上げ調整層 571 は前記下側の持ち上げ層 570 を形成した後、別工程で前記下側の持ち上げ層 570 上にメッキ形成することで形成される。

#### 【0208】

前記持ち上げ層 572 の上面 572a の高さを前記上部コア層 560 の上面 560a の高さよりも高く形成することで前記上部コア層 560 の上面及び側面を覆う絶縁層 573 (無機絶縁材料で形成されることが好ましい) の上面 573a を図示 X-Y 平面と平行な平坦化面で形成できるため、前記第 2 コイル片 556 を前記平坦化面上に形成できる結果、前記第 2 コイル片 556 を高精度にパターン形成でき、前記平坦化面から露出する前記持ち上げ層 572 の上面 572a に前記第 2 コイル片 556 の端部 556a、556b を確実に容易に電氣的に接続させることができる。また前記上部コア層 560 の上面 562a よりも背の高い持ち上げ層 572 を形成することで、前記第 2 コイル片 556 と前記上部コア層 560 間の絶縁性をより高めることが可能になる。

#### 【0209】

前記持ち上げ層 572 の上面 572a を前記上部コア層 560 の上面 560a よりも高く形成するには図 29 のような構造以外に図 30 のような構造でも達成することができる。

#### 【0210】

図 30 に示す薄膜磁気ヘッドの構造では、前記上部コア層 560 のトラック幅方向 (図示 X 方向) の両側のコイル絶縁層 536 上から形成された持ち上げ層 572 は、下面から上面 572a にかけて膜面方向 (図示 X-Y 平面と平行な方向) への面積が一定で、導電性を有する材料の単層あるいは多層構造であり、図 30 のように前記持ち上げ層 572 の上面 572a は前記上部コア層 560 の上面 560a よりも高い位置にある。図 30 における持ち上げ層 572 は、Cu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNi から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の多層でメッキ形成されることが好ましく、またより好ましくは Cu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNi から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の多層を主体とし、この層上に Ni、CuNi、NiP から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の保護膜が形成された積層構造である。

#### 【0211】

従って図 30 に示す薄膜磁気ヘッドにおいても、前記第 2 コイル片 556 を前記平坦化面上に形成できる結果、前記第 2 コイル片 556 を高精度にパターン形成でき、前記平坦化面から露出する前記持ち上げ層 572 の上面 572a に前記第 2 コイル片 556 の端部 556a、556b を確実に容易に電氣的に接続させることができる。また前記上部コア層 560 の上面 560a よりも高い持ち上げ層 572 を形成することで、前記第 2 コイル片 556 と前記上部コア層 560 間の絶縁性をより高めることが可能になる。

#### 【0212】

図 27 ないし図 30 に示された磁気ヘッドの製造方法は、図 8 ないし図 19 に示される磁気ヘッドの製造方法と類似しており、隆起層 32 を磁極端層 548 としてメッキ形成し、積層体 62 を上部コア層 560 として形成する。

#### 【0213】

図 29 と図 30 に示された前記持ち上げ層 572 の製造方法は、図 6 と図 7 の前記持ち上げ層 72 の製造方法と同じである。

#### 【0214】

以上、詳述した本発明における薄膜磁気ヘッドは、例えばハードディスク装置などに搭載される磁気ヘッド装置に内蔵される。前記薄膜磁気ヘッドは浮上式磁気ヘッドあるいは接触式磁気ヘッドのどちらに内蔵されたものでもよい。また前記薄膜磁気ヘッドはハードディスク装置以外にも磁気センサ等に使用できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0215】

【図 1】 本発明における第 1 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す縦断面図、

【図 2】 図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの部分正面図、  
【図 3】 図 1 に示す薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、  
【図 4】 図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの部分拡大斜視図、  
【図 5】 本発明における第 2 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【図 6】 本発明における第 3 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【図 7】 本発明における第 4 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【図 8】 本発明の図 1 の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図、

【図 9】 図 8 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 10】 図 9 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 11】 図 10 に示す工程と同時に行なわれる一工程図、

【図 12】 図 10 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 13】 図 12 に示す工程と同時に行なわれる一工程図、

【図 14】 図 12 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 15】 図 14 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 16】 図 15 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 17】 本発明の図 6 の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図、

【図 18】 図 17 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 19】 図 18 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 20】 本発明における第 5 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す縦断面図、

【図 21】 本発明における第 5 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【図 22】 本発明の薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 23】 本発明の薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 24】 本発明の薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 25】 本発明の薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 26】 本発明の薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 27】 本発明における第 6 実施形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図、

【図 28】 図 16 に示す薄膜磁気ヘッドの部分正面図、

【図 29】 本発明における第 7 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【図 30】 本発明における第 8 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【符号の説明】

【0216】

- 29 下部コア層
- 32 隆起層
- 33 バックギャップ層
- 36 コイル絶縁層
- 55 第 1 コイル片
- 56 第 2 コイル片
- 58、63、73 絶縁層
- 61 接続層（下側接続層）
- 62 磁極層
- 65、75 レジスト層
- 70 第 1 持ち上げ層
- 71 第 2 持ち上げ層

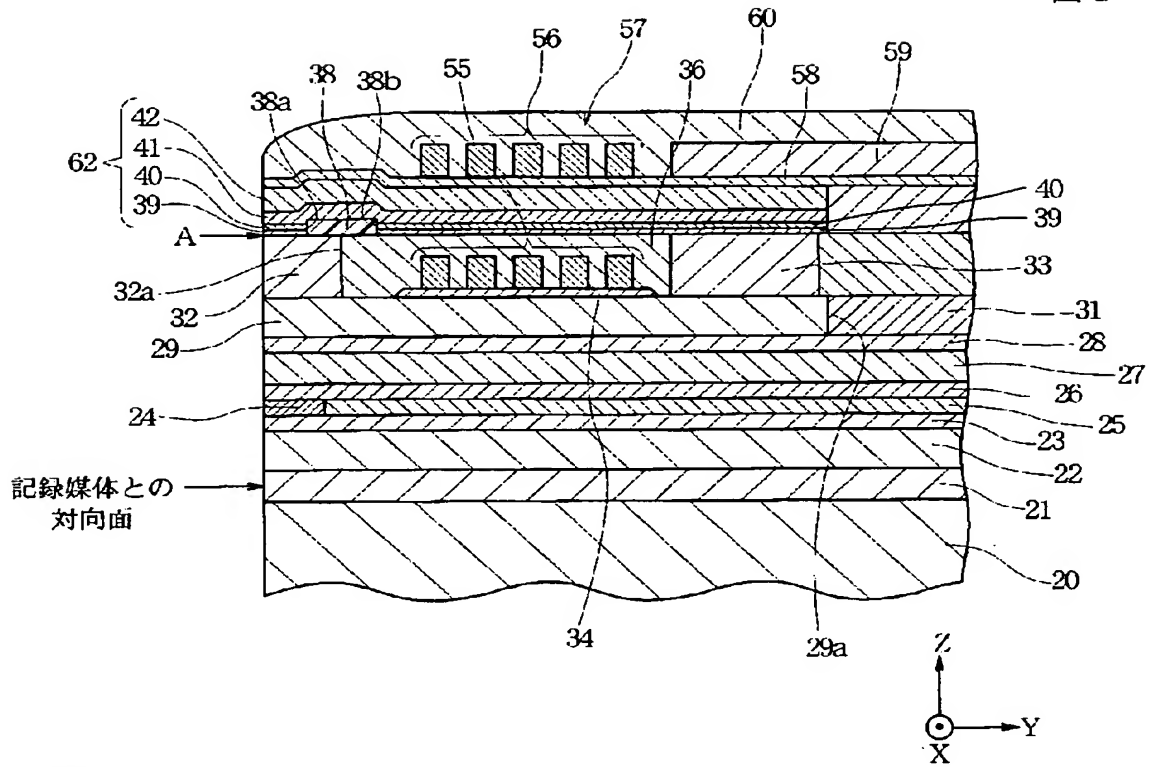
7 2 上側接続層



【書類名】 図面

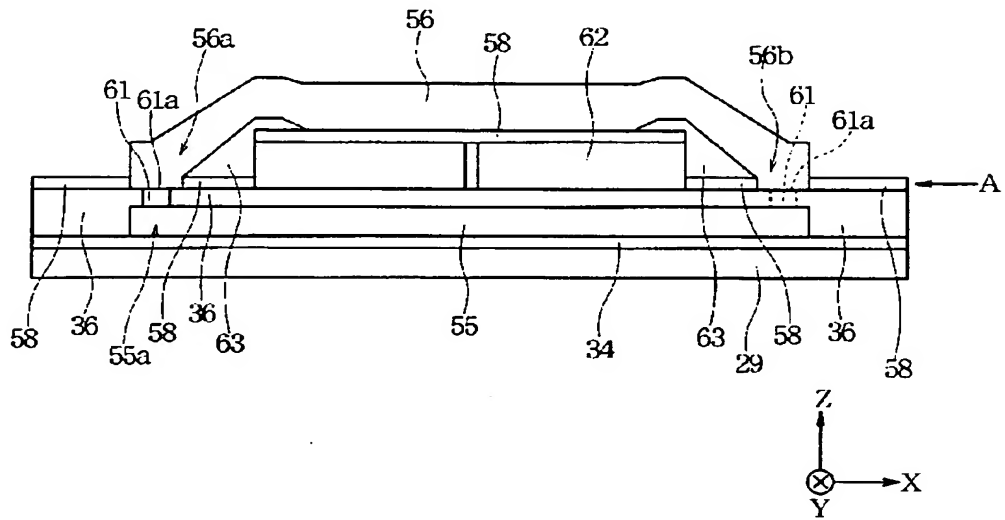
【図 1】

図 1



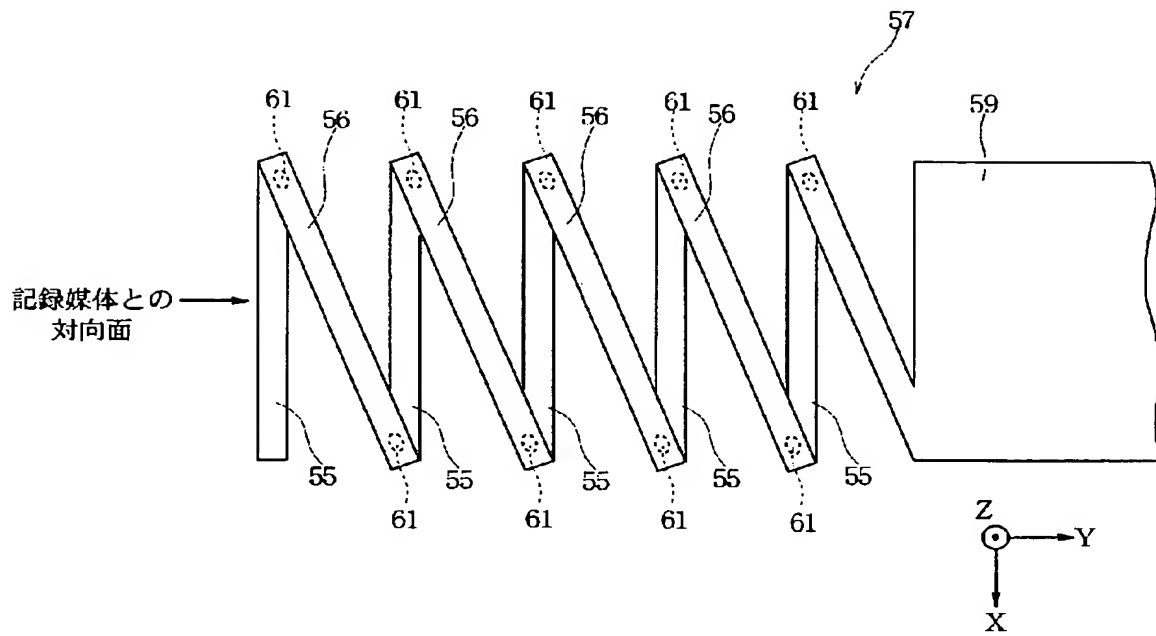
【図 2】

図 2



【図 3】

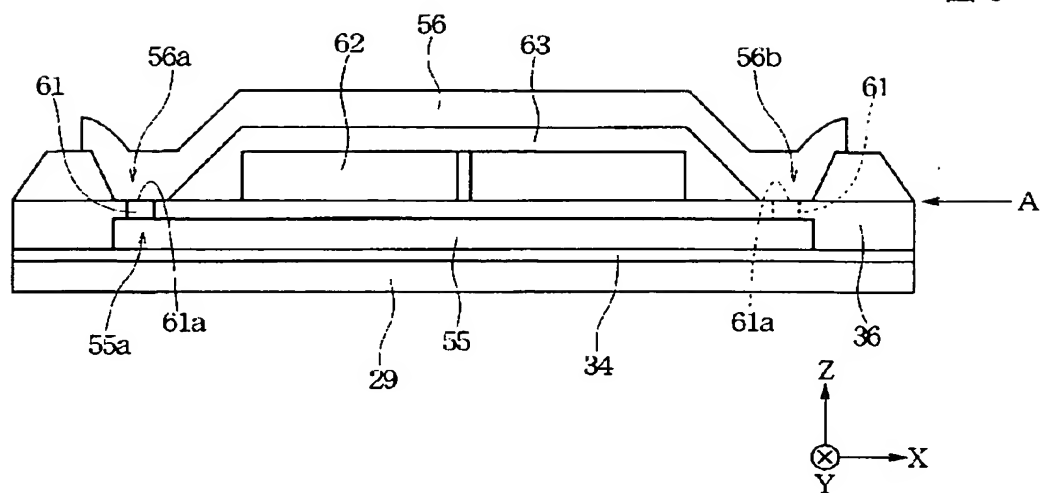
図 3





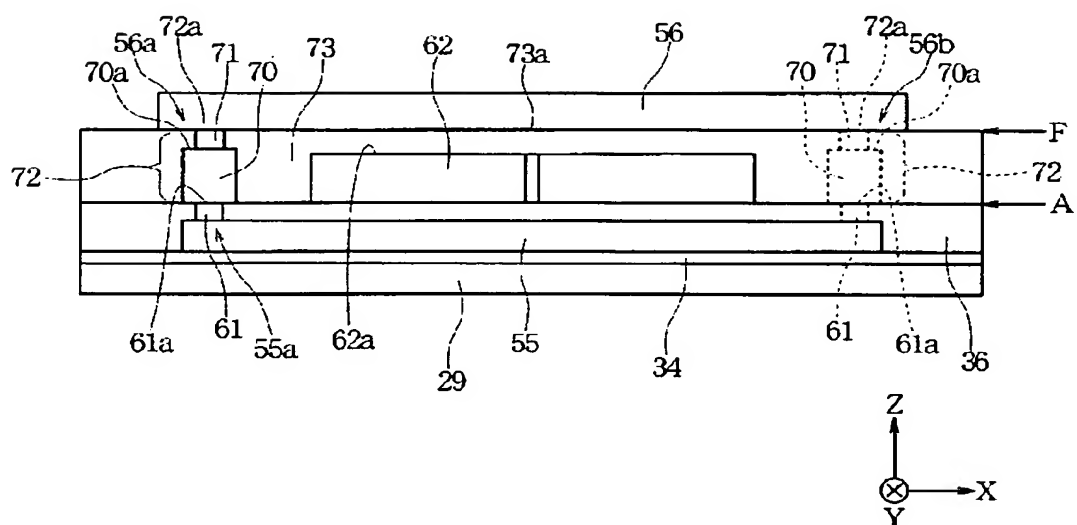
【図 5】

図 5



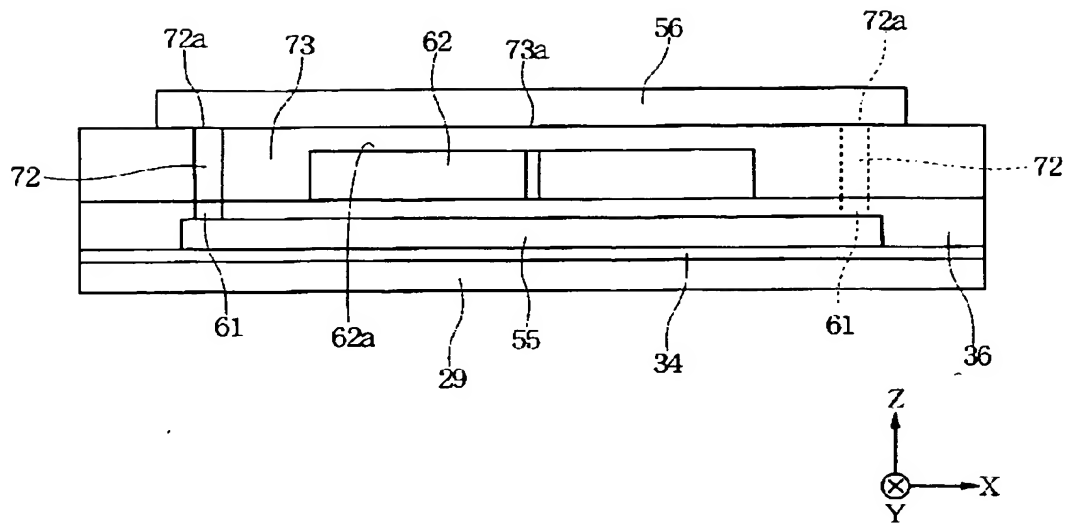
【図 6】

図 6



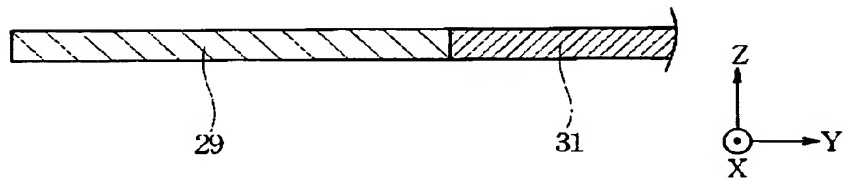
【図 7】

図 7



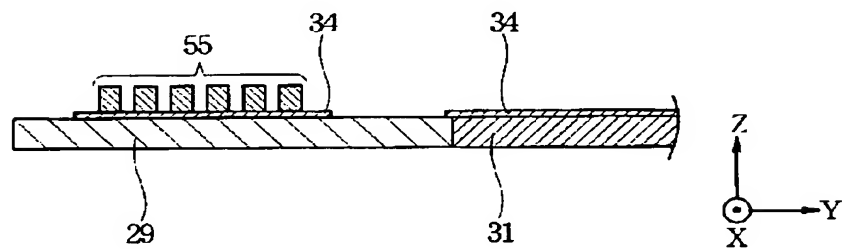
【図 8】

図 8



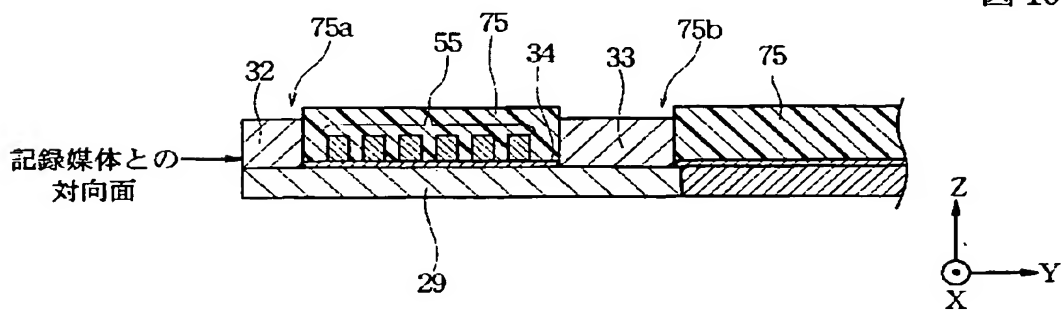
【図 9】

図 9



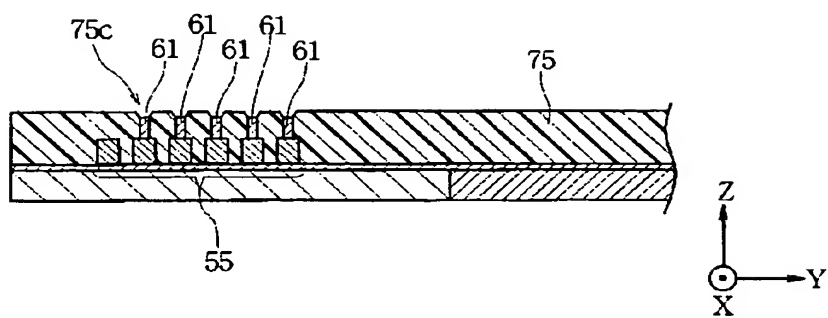
【図 10】

図 10



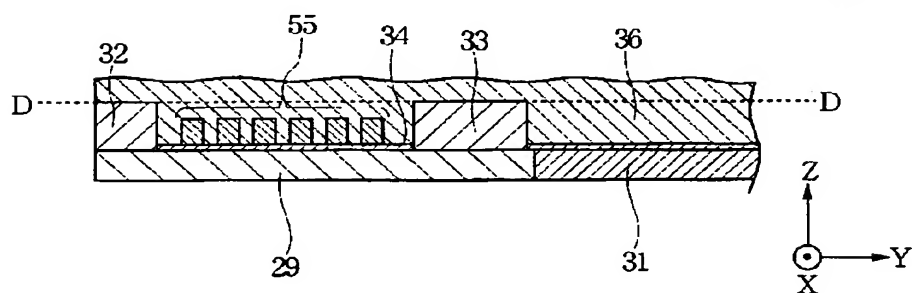
【図 11】

図 11



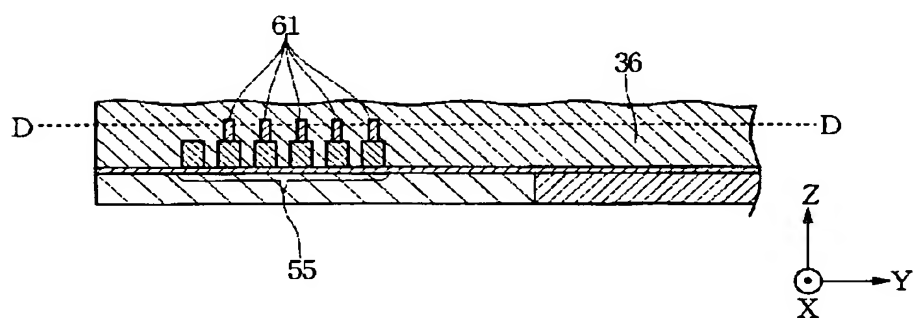
【図 12】

図 12



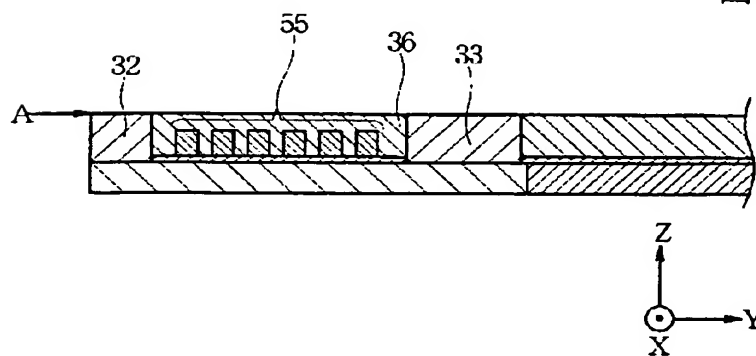
【図 13】

図 13



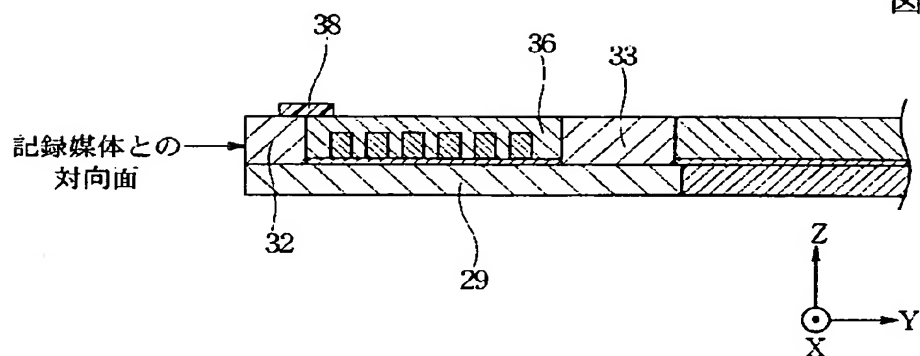
【図 14】

図 14



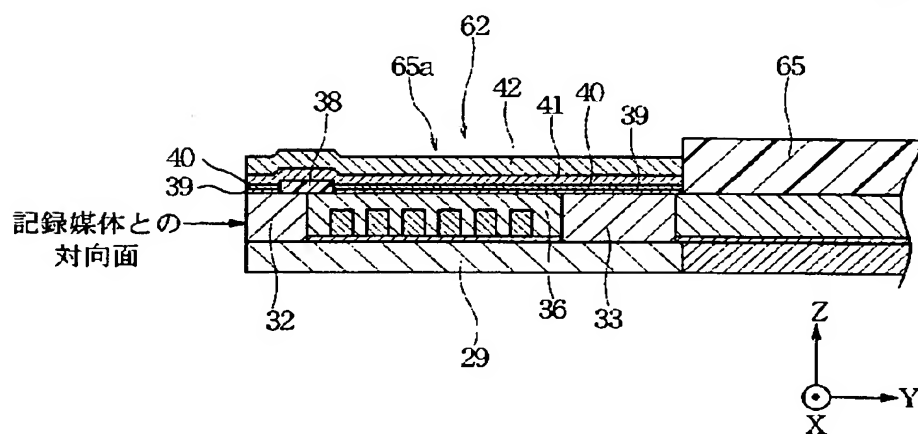
【図 15】

図 15



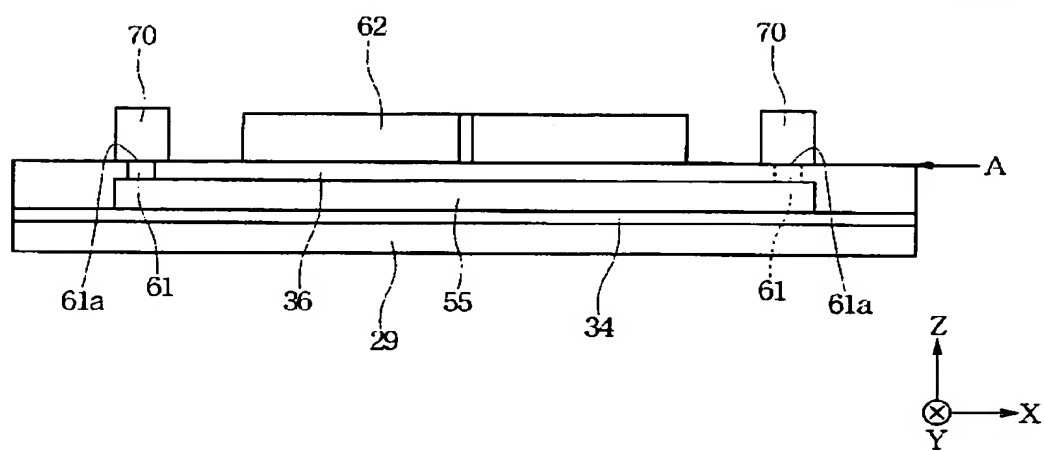
【図 16】

図 16



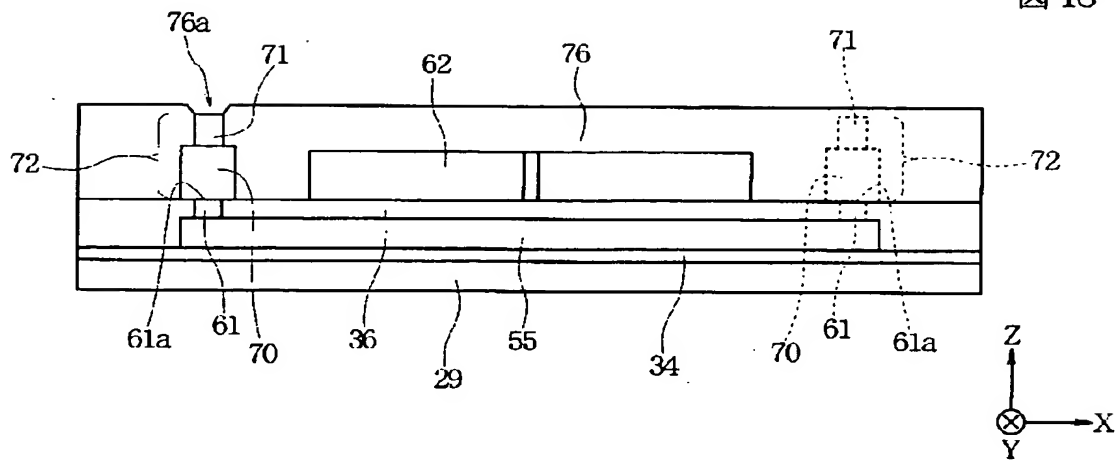
【図 17】

図 17



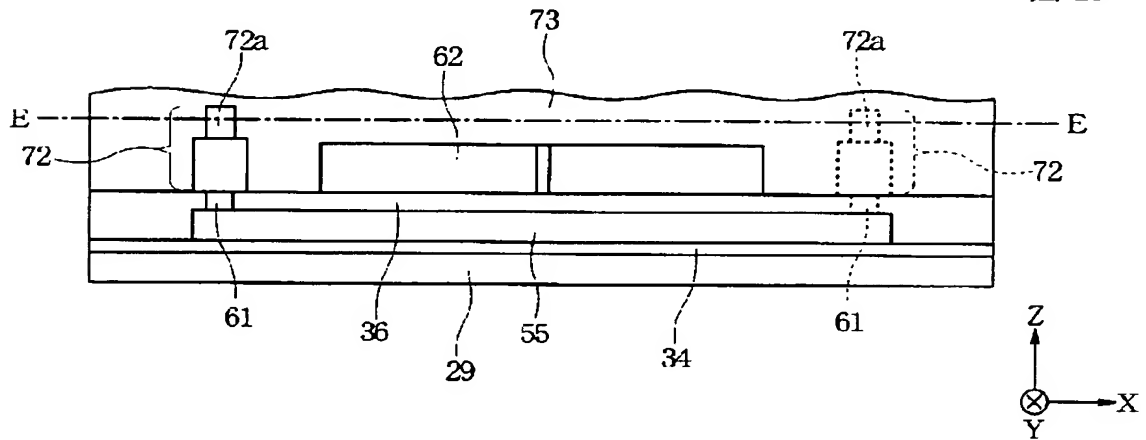
【図 18】

図 18



【図 19】

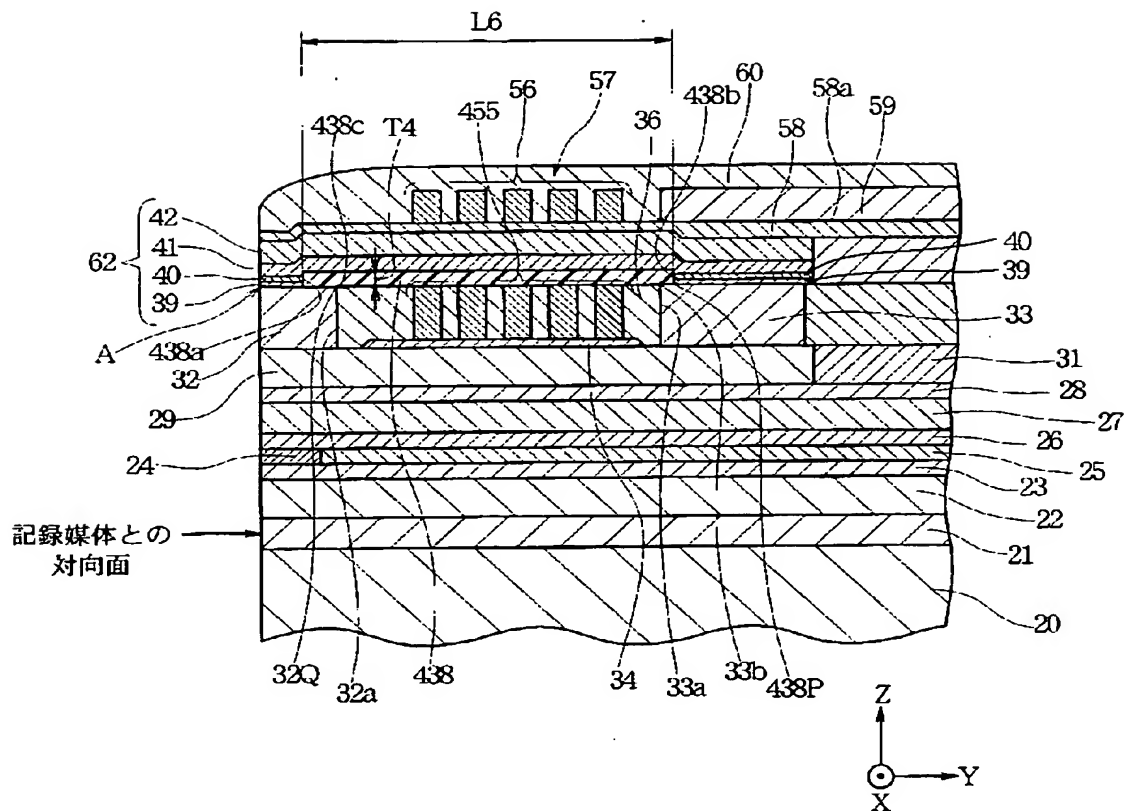
図 19





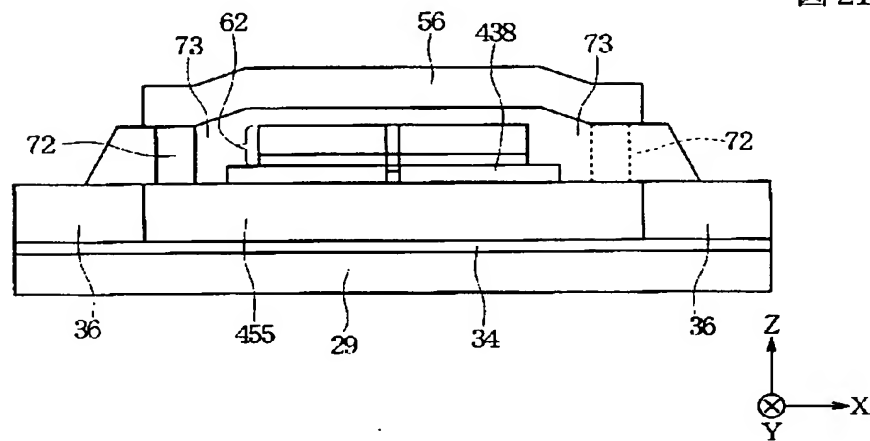
【図 20】

図 20



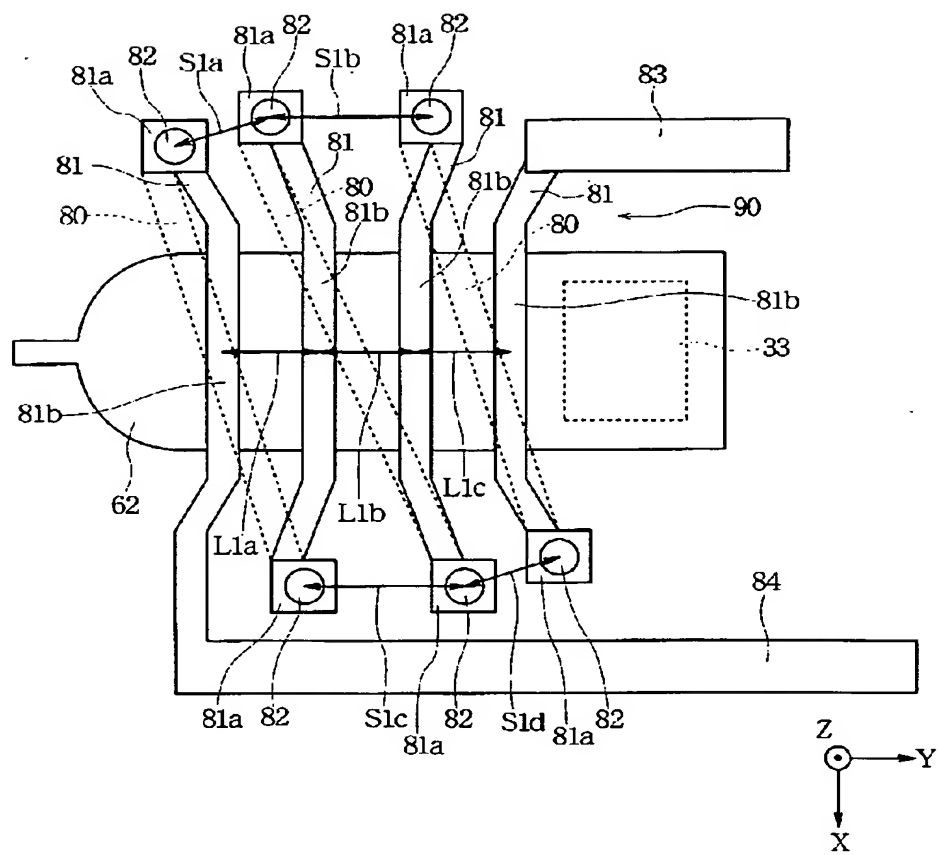
【図 2 1】

图 21



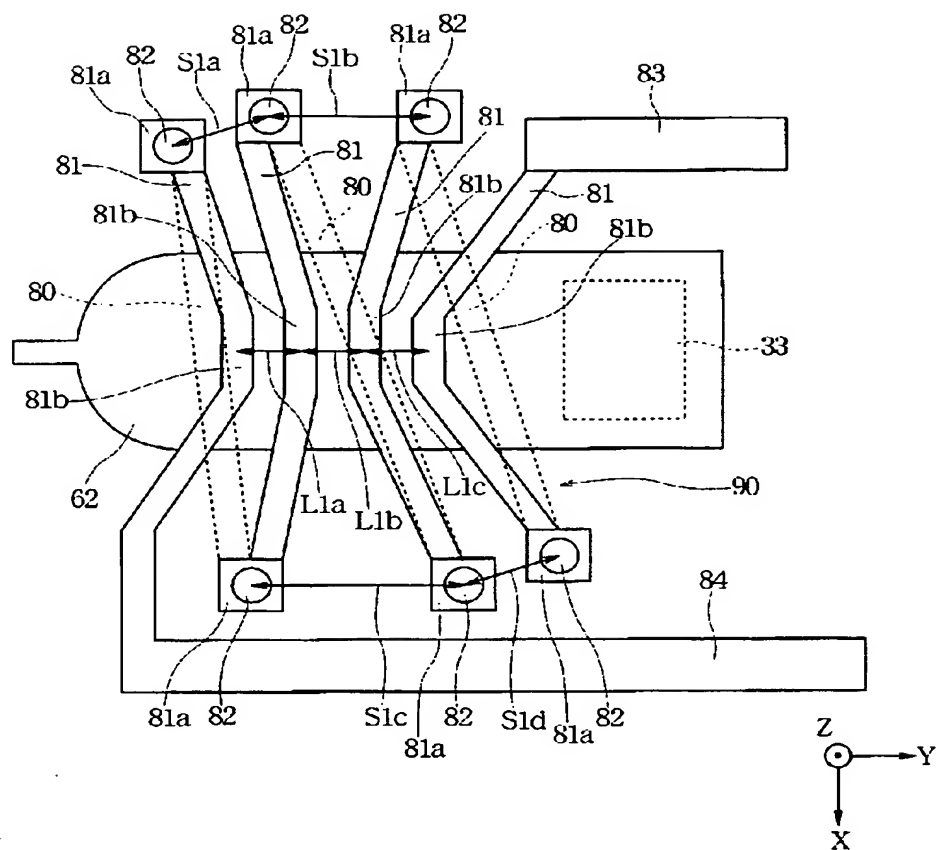
【図 22】

図 22



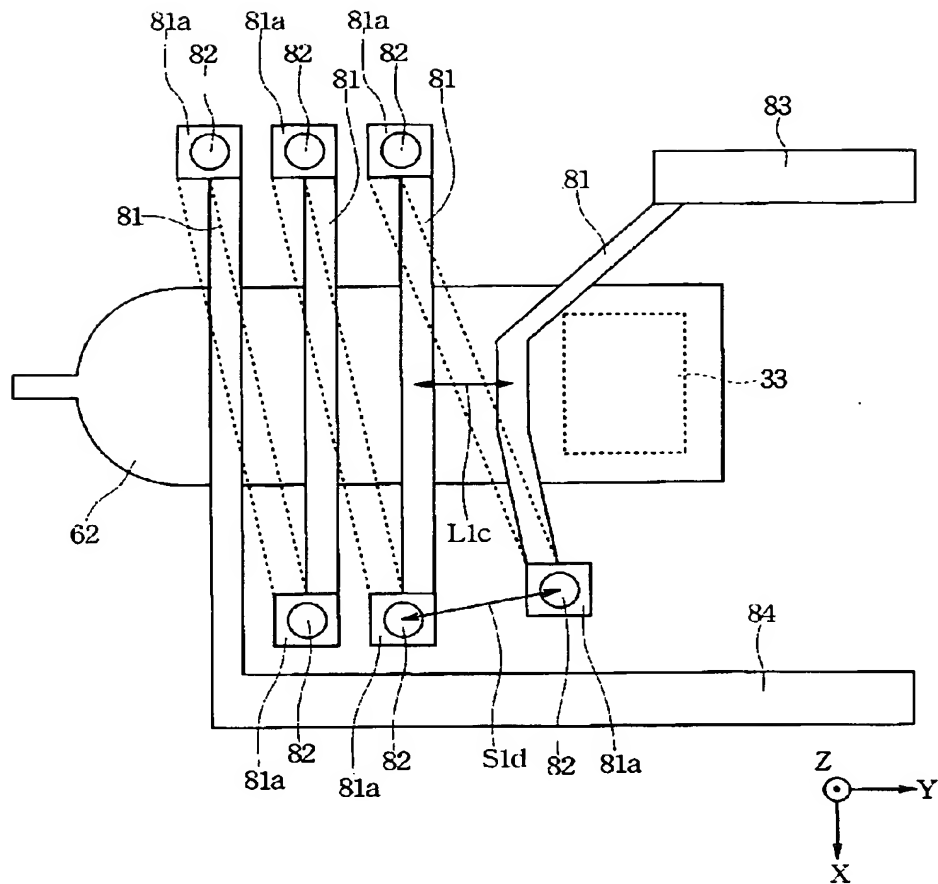
【図 23】

図 23



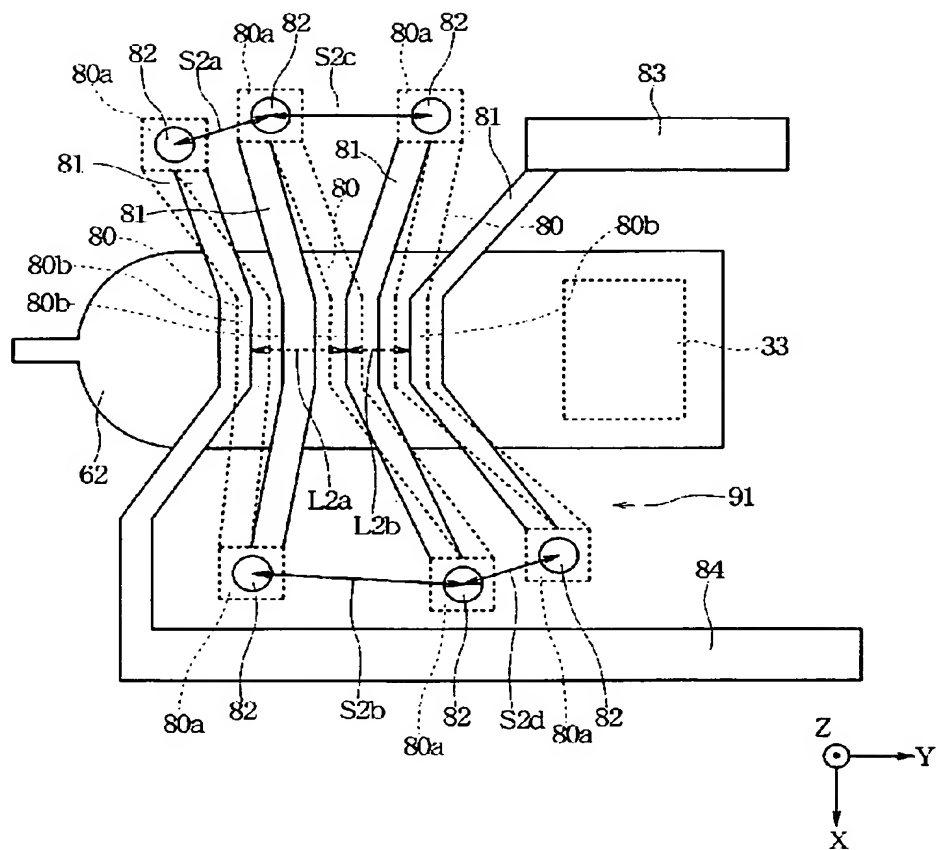
【図 2 4】

图 24



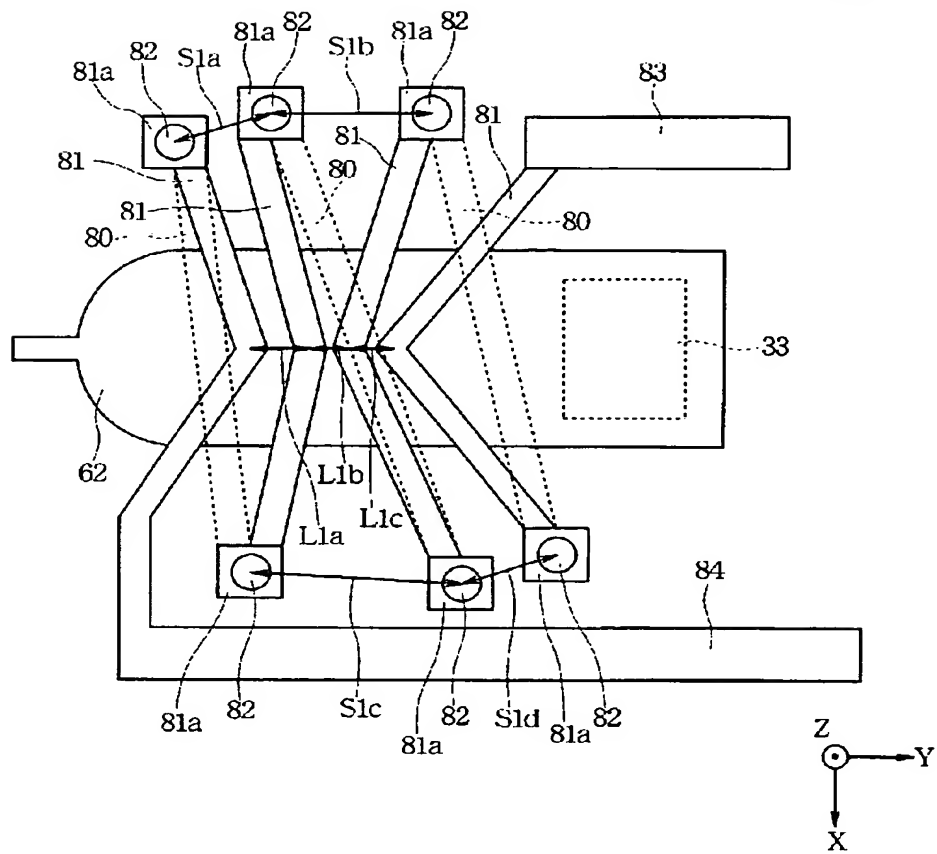
【図 25】

図 25



【図 26】

図 26



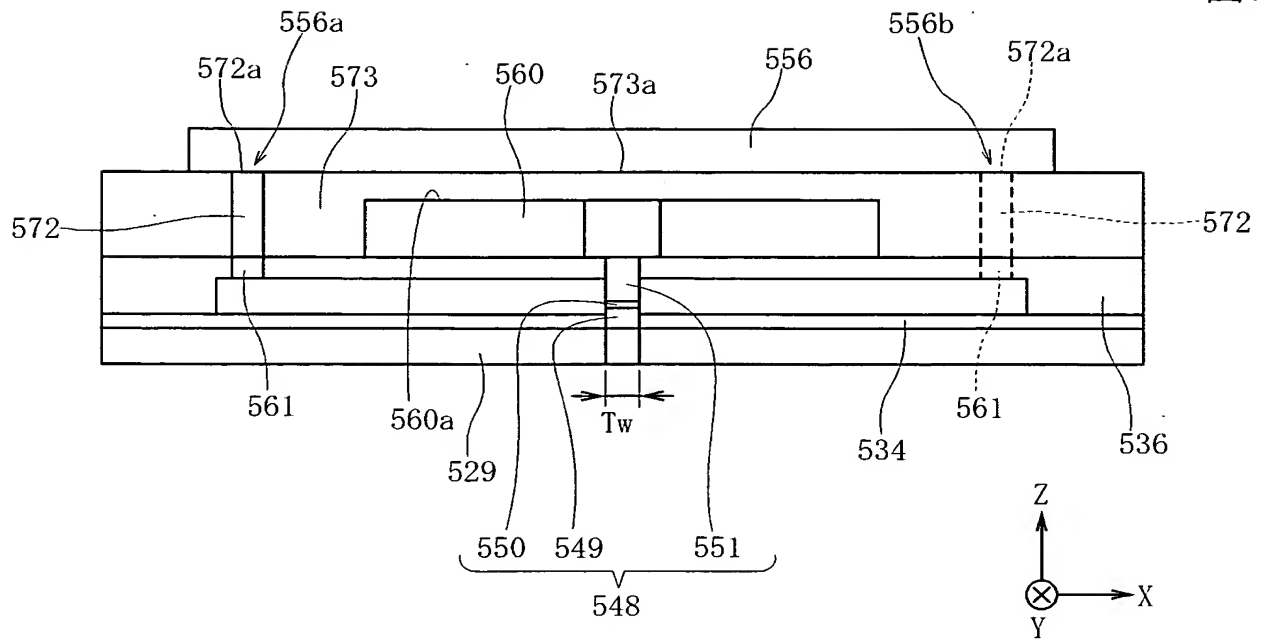






【図 30】

図30




**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 磁極層を挟んで上下に形成される第1コイル片と第2コイル片との電気的な接続を確実に容易に行うことができるとともに、前記磁極層を平坦化面上に形成することが可能な薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することを目的としている。

**【解決手段】** コイル絶縁層36の上に形成される積層体62を平坦化面上に形成できるため、前記磁極層を所定形状に形成でき、この結果、トラック幅Twを所定の寸法で形成することが可能であり、さらに前記積層体62上に形成される第2コイル片56と前記コイル絶縁層36の上面から露出する接続層61の上面61aとを確実に容易に接続させることができる。

**【選択図】** 図2



特願 2 0 0 3 - 2 9 3 3 8 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 1 0 0 9 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号

氏 名

アルプス電気株式会社